

4 Galileo Galilei

© 2022 Ilpo Halonen, ilpo.halonen@aalto.fi

Materiaalia saa käyttää ainoastaan henkilökohtaisiin opiskelutarkoituksiin!

KIRJALLISUUTTA

Fiami, *Galilein elämät*, (sarjakuva-albumi), Tähtitieteellinen yhdistys Ursa, Helsinki, 2009.

Galilei, Galileo, *Sidereus Nuncius*, suomeksi toimittanut Raimo Lehti, Tähtitieteellinen yhdistys Ursa, Helsinki, 1999.

Hawking, Stephen (edited with commentary), *On the Shoulders of Giants. The Great Works of Physics and Astronomy*, Penguin Books, 2002. (sis. Copernicus, Nicolaus, *On the Revolution of Heavenly Spheres*; Galilei, Galileo, *Dialogues Concerning Two Sciences*; Kepler, Johannes, *Harmony of the World*, Book Five; Newton, Isaac, *Sir Principia*; Einstein, Albert, Selections from *The Principle of Relativity*.)

Joutsivuo, Timo, "Aurinkokeskisen maailmankuvan puolustamisen vaikeus: Galileo Galilei ja tieteellisen tiedon rajat", teoksessa Heinonen Meri & Janne Tunturi (toim.), *Pahan tiedon puu. Väärä tieto ja väärin tietäminen sydänkeskijalta valistukseen*, Gaudeamus, Helsinki 2003.

Lehti, Raimo, "Galilei ja kardinaalit – kuka saa väittää asioita todeksi?", teoksessa Raimo Lehti & Tapio Markkanen (toim.), *Tieteen tienhaaroja. Ristiriitojen kautta tietoon*, Tähtitieteellinen yhdistys Ursa, Helsinki 1994.

Rossi, Paolo, *Modernin tieteen synty Euroopassa*, Vastapaino, Tampere 2010.

Brecht, Bertolt, *Galilein elämä*. Näytelmä. Otava, Keuruu 1982.

Himanka, Juha, *Se ei sittenkään pyöri. Johdatus mannermaiseen filosofiaan*, Tammi, Helsinki 2002.

Ketonen, Oiva, *Se pyörii sittenkin. Tieteenfilosofian peruskysymyksiä*. WSOY, Porvoo – Helsinki – Juva 1981.

Lahtinen, Johannes, *Galileo*, Gummerus, Helsinki 2015.

Sobel, Dava, *Galileon tytär. Tiedettä, uskoa, rakkautta*, Otava, Keuruu 2002.

4.1 Galilein tieteellisestä työstä

Galilein tieteellisen työn jaksottelu

1. Ensimmäinen vaihe noin 1589 - 1610. Galilei toimii matematiikan professorina ensin Pisassa, sitten Padovassa. Hänen tutkimuksensa koskevat pääasiassa liikeoppia. Hän keksii suurimman osan tuloksista, jotka hän julkaisee vasta elämänsä lopulla.
2. Toinen vaihe 1610 - 1632. Galilei harrastaa pääasiassa astronomiaa. Hän tekee havaintoja kaukoputkella ja kerää argumentteja osoittaakseen Maan liikkumisen todelliseksi. Hänet nimitetään Toscanan suurherttuan matemaatikoksi ja filosofiksi, jolloin hän voi toimia 'vapaana tutkijana'. Kopernikanismin puolustaminen saa hänet pohtimaan Raamatun ja tieteen välisiä relaatioita. Tämä johtaa vaikeuksiin katolisen kirkon kanssa Tuloksena on ensin kopernikanismin, sitten Galilein ja hänen teostensa tuomitseminen.
3. Kolmas vaihe 1633 - 1642. Galilei on inkvission vankina. Hän palaa ensimmäisen vaiheen harrastuksiin ja työstää liikeopilliset tuloksensa valmiiksi. Tuloksena on hänen tieteellinen pääteoksensa *Discorsi*.

Galilein tieteellisen työn pääaiheet

1. Liikeoppi. Ennen kaikkea tasaisesti kiihtyvän liikkeen ja putoamisliikkeen teoria sekä sen selvittämiseksi tehdyt kokeet.
2. Aineen käyttäytymiseen liittyviä tarkasteluja; erityisesti lujuusoppia.
3. Edelliseen liittyen: Spekulaatioita aineen atomaarisesta rakenteesta. Atomioppiin liittyviä pohdiskeluja kvaliteettien reaalisuudesta.
4. Kaukoputkihavainnot Kuusta, planeetoista, Jupiterin kuista, auringonpilkuista, kiintotähdistä ym. Yrityksiä tulosten soveltamiseksi mm. pituusasteen määrittämiseen.
5. Liikeopin käyttö sen perustelemiseksi, että Maan liikkuminen ei aiheuta haitallisia maanpäällisiä ilmiöitä.
6. Kohtien (4) ja (5) sekä muiden argumenttien ja havaintojen käyttö kopernikanismin oikeellisuuden perustelemiseksi.
7. Johdannaisena asiakohdasta (6): Pohdintoja teologisten ja luonnon-tieteestä peräisin olevien argumenttien keskinäisestä suhteesta.
8. Kaikkiin asiakohtiin mutta erityisesti kohtaan (6) liittyviä tarkasteluja erilaisten luonnonfilosofien argumenttien merkityksestä tieteessä. Erityisesti matemaattisten argumenttien merkityksen korostamista. Tämä johtaa pysyvään aristoteelisen luonnon-filosofian kritisoimiseen.

4.2 Galilein elämästä ennen *Sidereus Nuncius* -teosta

Galilei Padovassa

Tähtimaailman sanansaattaja

Elokuussa 1609 rakensi Galileo Galilei ensimmäisen kaukoputkensa ja syksyllä hän rakensi uudet, ensin 20-kertaisesti ja sitten 30-kertaisesti suurentavan. Näillä hän havainnoi syystalvella 1609 Kuuta. Vuoden 1610 alussa hän löysi Jupiterin neljä kuuta, jotka sitten saivat pääosan hänen huomiostaan. Samanaikaisesti näiden havaintojen kanssa hän teki havaintoja myös kiintotähdistä ja Linnunradasta. Kun Galilei *Sidereus Nuncius* -teoksessa kertoo ensin kaukoputkesta, sitten Kuusta, sitten kiintotähdistä ja Linnunradasta, ja viimeiseksi Jupiterin kuiden havaitsemisesta, niin kertomus seuraa pääpiirteittäin tapahtumien aikajärjestystä. Tätä rikkoo vain se, että näiden havaintokertomusten edelle Galilei sijoittaa teokseensa johdattelevaa materiaalia, jonka hän on kirjoittanut viimeiseksi, kun teoksen varsinainen sisältö on jo ollut koossa ja pääosin kirjoitettunakin. Näinhän asia-aiheiset kirjat useimmiten kirjoitetaan: johdanto viimeiseksi, kun kirjoittaja tietää, mihin hän lukijaa johdattelee. Tässä luvussa selostamme *Sidereus Nuncius* -teoksen rakennetta ja sisältöä. Jaamme esityksen pykäliin, jotka vastaavat teoksen käännöksen jaottelua ja antavat siis teoksen sisällön mukaisesti etenevän kommentaarin. Yhdessä suhteessa poikkeamme kuitenkin teoksen aiheiden järjestyksestä. Seuraamme teoksen synnyn kronologista järjestystä ja sen mukaisesti esittelemme johdattelevaa materiaalia viimeiseksi. Galilei aloitti syksyllä 1609 kaukoputkesta, ja siitä aloitamme mekin.

(Lehti 1999, 161.)

Galilein kertomukset kaukoputken keksimisestä:

1. *Sidereus Nuncius*, s. 22 – 23
2. kirje langolle Benedetto Landuccile Firenzeen 29.8.1609
3. teoksessa *Il Saggiatore*, joka ilmestyi 13 vuotta *Sidereus Nunciuksen* jälkeen.

1. *Sidereus Nuncius*:

Galilein kertomukset kaukoputkesta

Galilein oma rooli kaukoputken keksijänä ja valmistajana on ongelmallinen, ja siitä on esitetty monenlaisia mielipiteitä. Ensimmäiseksi referoimme Galilein omia kertomuksia ja sitten annamme katsauksen siitä, mitä näiden kertomusten ja muun informaation perusteella voi tapahtumista yrittää sanoa. Galilein ensimmäinen julkaistu kertomus kaukoputken keksimisestä löytyy teoksesta *Sidereus Nuncius*; tämä on annettu sivuilla 22-23. Siellä Galilei kertoo, että hän sai kuullakseen huhun näkölasista ja hän kääntyi asian perusteiden tutkimiseen. Pohdinta johti pian samanlaisen kojeen keksimiseen, jolloin hän turvautui oppiin refraktiosta. Galilei valmisti lyijyputken, jonka päihin oli sovitettu kaksi linssiä, joista molemmat olivat toiselta puoleltaan

tasaisia, mutta toiselta puoleltaan toinen oli pallomaisesti kupera, toinen vuorostaan kovera.

(Lehti 1999, 112 – 113.)

2. kirje langolle Benedetto Landuccille Firenzeen 29.8.1609:

On säilynyt toinenkin varhainen Galilein kertomus kaukoputken keksimisvaiheista. Galilei kirjoitti 29.8.1609 langolleen Benedetto Landuccille Firenzeen kertoen tulevaisuudestaan Venetsiassa. Kenties tämä oli Galilein yritys viedä viesti Venetsian tapahtumista Firenzeen hoviin; ehkä yritys vihjata Cosimolle, minkä verran tämän nyt olisi syytä maksaa Galilein saamiseksi hovin palvelukseen. Stillman Drake antaa käännöksen tästä kirjeestä, jossa Galilei erityisesti kertoo teleskoopin keksimisestä. Esitämme tästä suomennoksen:

Rakas ja kunnioitettu Lanko.

Vastaanotettuani minulle lähettämäsi viinin en kirjoittanut, sillä ei ollut mitään kerrottavaa. Nyt kirjoitan Sinulle, koska minulla on kerrottavana jotain, josta ihmettelen, mahtavatko uutiseni tuoda Sinulle enemmän mielihyvää vai mielihapaa. Kaikki toivoni palata kotiin on nimittäin kadonnut, tosin hyödyllisen ja kunniakkaan tapahtuman johdosta.

Tiedä siis, että miltei kaksi kuukautta sitten täällä levisi uutinen, että Flanderissa on Kreivi Mauritzille esitelty sillä tavoin valmistettu näkölasi, että se näyttää ratki kaukaiset esineet vallan lähellä olevina, joten mies nähdään selvästi kahden [italialaisen] peninkulman päästä. Tämä näytti minusta niin ihmeelliseltä efektiltä, että se antoi minulle aiheen pohtimiseen. Minusta näytti, että kojeen täytyi perustua perspektiivioppiin, joten ryhdyin ajattelemaan sen valmistamista. Tämän lopulta keksin, ja jopa niin hyvin, että yksi tekemäni ylitti pitkälti flaamien laitteen maineen. Kun Venetsiaan kulkeutui tieto, että olen tehnyt tuollaisen, niin kuusi päivää sitten Signoria kutsui minut luokseen, ja heille yhdessä koko Senaatin kanssa minun täytyi laite näyttää, kaikkien äärettömäksi hämmästykseksi. Useat herrasmiehet ja senaattorit, vaikka ovat iäkkäitäkin, ovat useammin kuin kerran kiivenneet Venetsian korkeimpien tornien [campaniles] rappuset havaitakseen purjeet ja alukset merellä niin etäällä, että niiden kulkiessa täysin purjein satamaan tarvittiin kaksi tuntia tai enemmänkin, ennen kuin ne pystyi näkemään ilman näkölasia. Tämän laitteen efektinä on tosiaankin esittää esimerkiksi viidenkymmenen peninkulman etäisyydellä sijaitseva esine niin suurena ja läheisenä kuin [etäisyys] olisi vain viisi [peninkulmaa].

Kun nyt tiesin, miten hyödyllinen tämä olisi toimiin sekä maalla että merellä, ja nähtyäni, miten tuo Armollinen Hallitsija sitä halusi, päätin tänä tämän kuun 25. päivänä saapua Kolleegtiin ja antaa [laite] lahjaksi Hänen Korkeudelleen. Ja kun Kolleegin nimissä minua pyydettiin odottamaan Pregadien huoneessa, saapui paikalle Prokuraattori Priuli, joka on yksi

Yliopiston esimiehistä. Hän tuli Kolleegista, tarttui minua kädestä ja kertoi minulle, miten tuo hallintoelin, tuntien tavan, jolla olin palvellut Padovassa seitsemäntoista vuotta, ja huomaten kohteliaisuuteni, kun annoin noin halutun lahjan, oli heti määrännyt [Yliopiston] kunnianarvoisia esimiehiä, että mikäli siihen suostuisin, he uudistaisivat nimitykseni eliniäksi tuhannen floriinin vuosipalkalla. Koska kestäisi vuoden, ennen kuin [nykyinen] toimikauteni päättyisi, he halusivat, että palkka alkaisi juosta välittömästi kuluvana vuonna, joten he lahjoittivat minulle yhden vuoden palkankorotuksen, joka on 480 floriinia [kurssiin] 6 liiraa 4 soldia per floriini. Koska tiesin, että toivolla on heikot siivet mutta onnettarella nopeat, niin sanoin tyytyväni kaikkeen, mikä Hänen Korkeuttaan miellyttää. Sitten Signor Priuli syleili minua ja sanoi: "Koska olen tällä viikolla puheenjohtajana ja voin antaa mieleisiäni määräyksiä, haluan päivällisen jälkeen kutsua kokoon Pregadit, siis Senaatin, sinun nimityksesi luetaan sinulle, ja siitä äänestetään. "Ja näin tapahtui; voitto tuli kaikilla äänillä [vai: kaikista äänistä saatiin enemmistö?]. Niinpä löydän itseni täältä, eliniäkseni pidäteltynä, ja minun täytyy tyytyä näkemään synnyinmaani joskus lomakuukausieni aikana.

Tässä oli siis kaikki, mitä minulla nyt on Sinulle kerrottavana. Muista lähettää minulle uutisia itsestäsi ja työstäsi ja tervehdi puolestani kaikkia ystäviäni. Muistuta minusta Virginialle ja perheelle.

Venetsiassa 29. elokuuta 1609

rakastava lankosi Galileo Galilei.

Galilein mainitsema äänestys ei ollut yksimielinen, ja vallitsee eri mielipiteitä siitä, miten kirjeen tuo kohta tulisi tulkita.

(Lehti 1999, 113 – 114.)

3. teoksessa *Il Saggiatore*, joka ilmestyi 13 vuotta *Sidereus Nunciuksen* jälkeen:

Teoksen *Il Saggiatore* kertomus

Ilmeisesti kysymys okulaarin roolista kaukoputkessa oli jäänyt kaivelemaan myös Galilein mieltä, sillä kolmannessa kertomuksessaan kaukoputken keksimisestä hän kertoo, miten hän on sen roolin ymmärtänyt. Kolmas kertomus julkaistiin 13 vuotta *Sidereus Nunciuksen* ilmestymistä myöhemmin teoksessa *Il Saggiatore*. Siinä Galilei kirjoittaa seuraavasti ajatuksista, jotka johtivat hänet keksimään kaukoputken:

Olen jo kauan sitten teoksessani Sidereus Nuncius selostanut esittämäni osan tämän instrumentin keksimisessä ja mahdollisesta vaateesta kutsua sitä lapsekseni. Siinä kirjoitin, että Venetsiaan, missä satuin tuolloin olemaan, minut saavutti uutinen, että tietty Flaami oli esitellyt Kreivi Mauriziolle näkölasin, jonka avulla kaukaiset esineet saattoi nähdä yhtä selvästi kuin ne olisivat sijainneet aivan lähellä. Tässä oli kaikki.

Kuultuani tuon yksinkertaisen uutisen palasin Padovaan, missä tuolloin asuin, ja ryhdyin ajattelemaan probleemia.

Ensimmäisenä iltana palaamiseni jälkeen ratkaisin ongelman, ja seuraavana päivänä konstruoin instrumentin ...

Kuitenkin jotkut kenties sanovat, että keksinnölle ja probleemin ratkaisemiselle on huomattava apu siitä, että ensin on jollain tavoin perillä oikean päättelyn olemassaolosta, ja on varma ettei yritä mitään mahdotonta, joten tietoni ja varmuuteni siitä, että kaukoputki on jo valmistettu, oli minulle niin suureksi avuksi, että ilman sitä en olisi sattumanvaraisesti tehnyt keksintöäni. Tähän vastaan tekemällä erottelun. Taatusti uutinen auttoi synnyttämään minussa pyrkimyksen keskittää ajatukseni tuohon asiaan, ja sitä ilman en kenties olisi milloinkaan asiaa pohtinut, mutta en usko minkään tuollaisen uutisen pystyneen tuon enempää keksimistä auttamaan. Sanon lisäksi, että asetetun ja nimetyin probleemin ratkaisun keksiminen on paljon suurempaa terävyyttä vaativa työ kuin sellaisen probleemin ratkaiseminen, jota ei ole asetettu eikä nimetty, sillä jälkimmäisessä tapauksessa saattaa sattumalla olla suuri osuus, kun taas edellinen on silkkää järkipäätelyä. Tiedämme tosiaankin, että kaukoputken ensimmäisenä keksinyt hollantilainen oli yksinkertainen tavallisten silmälasien valmistaja, joka käsitellessään erilaisia linsskejä sattui katsomaan yht'aikaa kahden silmästä eri etäisyydelle sijoitetun linssin läpi, joista toinen oli kupera ja toinen kovera. Tällä tavoin hän huomasi näin syntyvän efektin ja siten keksi instrumentin. Minä sen sijaan saavutettua efektiä koskevan yksinkertaisen uutisen kiihottamana keksin saman efektin järkipäätelyllä. Ja koska tämä päätely on hyvin helppo, haluan esitellä sen Teidän Ylhäisyydellenne, sillä jos se selostetaan asianmukaisella tavalla, se saattaa vähentää sellaisten epäuskoa, jotka Sarsin tavoin yrittävät vähentää minulle tässä asiassa kuuluvaa ansiota, mikä se lieneekin.

Päätelyni oli tällainen: Laite tarvitsee joko yhden linssin tai useampia. Se ei voi rakentua pelkästään yhdestä linssistä, sillä sellaisen täytyisi olla muodoltaan joko kuperan, toisin sanoen paksumman keskeltä kuin reunoilta, tai koveran, siis keskeltä ohuemman, tai yhdensuuntaisten pintojen rajoittaman. Viimeksi mainittu ei kuitenkaan millään tavoin muuta nähtyjä kohteita suurentamalla tai pienentämällä niitä. Kovera pienentää niitä, ja kupera suurentaa, mutta näyttää ne epäselvinä ja hämärinä. Yksi ainoa linssi ei siis riitä aikaansaamaan efektiä. Siirtyen sitten kahteen ja tietäen kuten edellä, että yhdensuuntaisten pintojen rajoittama lasi ei saa mitään muutoksia aikaan, päättelin, että efektiä ei voisi saavuttaa yhdistämällä sellainen lasi kummankaan toisenkaltaisen kanssa. Niinpä minun oli kokeiltava, mitä suorittaisi kahden muun, siis kuperan ja koveran [linssin] kombinaatio, ja näin, että tämä antoi minulle etsimäni. Tällaiset olivat keksintöni vaiheet, eikä minua lainkaan auttanut tieto, että päämäärä oli saavutettavissa.

(Lehti 1999, 168 – 169.)

4.3 Galilei ja kaukoputki

- *Sidereus Nuncius* ("Tähtimaailman sanansaattaja") ilmestyi 13.3.1610 Venetsiassa 550 kappaleen painoksena.
- Ilmestymispäivä sijaitsee keskellä n. kaksi vuotta kestänyttä tapahtumasarjaa, joka merkitsi yhtä tieteen historian merkittävimmistä uudistuksista: kaukoputken omaksumista tähtimaailman havainnointiin.
- Uudistuksen merkitys korostui, koska se sattui keskelle maailmankatsomuksellista mullistusta, jossa "maakeskinen kosmologia ja aristoteelinen fysiikka korvautuivat kohti omaa aikaamme kulkevilla ajatuskuvioilla" (Lehti 1999, 8).

Sidereus Nuncius -teoksen sijainti ja merkitys historiassa

1600-luku oli Euroopan tulevaisuudelle monella tavalla keskeinen sataluku. Yksi, ja oletettavasti tärkein, sen tunnusmerkki oli luonnontieteiden nousu; näiden kärjessä kulki tähtitiede. Vuosisata alkoi symboliarvon omaavilla tapahtumilla: tanskalaisen tähtitieteilijän Tyko Brahen ja saksalaisen Johannes Keplerin kohtaamisella Prahassa. Kohtaaminen johti siihen, että pian keisarilliseksi matemaatikoksi nimitetty Kepler kehitti Brahen havaintoihin perustuvan uuden planeettaliikkeen teorian, joka perustui Kopernikuksen puoli vuosisataa aikaisemmin ehdottamaan aurinkokeskiseen järjestelmään, ja myös osoitti sen oikeaksi. Kiista tuon järjestelmän oikeellisuudesta kesti kuitenkin kauan, ja erityisesti se varjosti tämän kirjan päähenkilön Galileo Galilein (1564-1642) elämää. Tässä kirjassa kerrotaan silloiseen maailmanjärjestelmäkiistaan ratkaisevasti vaikuttaneesta planeettaliikkeen teorioita havainnollisemmasta tapahtumasarjasta: kaukoputken keksimisestä ja laitteen käytöstä uuden mullistavan tiedon hankkimiseksi. Galilei on tapahtumasarjan keskushenkilö, ja hänen teoksensa *Sidereus Nuncius* tapahtumat liikkeelle lähettävä fanfaari.

Galilein merkitys matemaattis-fysikaalisten tieteiden historialle on suuri. Yleiseltä kannalta tunnetuin hänen aikaansaannoksensa oli hänen toimintansa kopernikanismin puolesta; se johti hänet ristiriitaan katolisen kirkon kanssa ja vuonna 1633 hänen tuomitsemiseensa inkvisitiotuomioistuimessa. Maan liikkumista perustellessaan Galilei käytti kahdesta suunnasta saamiaan argumentteja. Historiallisen sattuman ansiosta kaukoputki keksittiin samanaikaisesti kopernikanismin synnyttämän maailmanjärjestelmäkeskustelun kanssa, ja tuota instrumenttia käyttäen saamansa tulokset Galilei rakensi yhtenäiseksi Maan ja muiden planeettojen samankaltaisuudesta todistavaksi argumentaatioksi. Toisaalta hänen liikeopilliset tutkimuksensa antoivat hänelle perusteluja sen osoittamiseksi, että Maan liikkumisella ei ole sellaisia maanpinnalle esiintyviä seurauksia, joiden puuttumista oli pidetty Maan liikkumattomuuden todistuksena.

Liikeoppia tutkimalla Galilei antoi otaksuttavasti tärkeimmän panoksensa syntymässä olevalle tieteelle. Galilein liikeoppi ja Keplerin antama planeettaliikkeen teoria muodostivat kaksi kulmakiveä, joille Newton myöhemmin 1600-luvulla rakensi suuren synteesisinsä. Yksi tämän historiallisen tapahtumasarjan monista juurista löytyy Galilein kaukoputkihavainnoista, joiden ensimmäinen hedelmä oli teos *Sidereus Nuncius*.

Sidereus Nuncius ilmestyi maaliskuun 13. päivänä 1610. Ilmestymispäivä sijaitsee kutakuinkin keskellä noin kaksi vuotta kestänyttä tapahtumasarjaa, joka merkitsi yhtä tieteen historian suurimmista uudistuksista: kaukoputken omaksumista tähtimaailmasta suoritettavien havaintojen tekoon. Uudistuksen merkitys korostui erityisesti sen takia, että se sattui keskelle maailmankatsomuksellista mullistusta, jossa maakeskinen kosmologia ja aristoteelinen fysiikka korvautuivat kohti omaa aikaamme kulkevilla ajatuskuviolla. Näitä laajempia tapahtumia ei seuraavassa kuvailla, vaan keskitytään vuoden 1610 uudistuksen välittömiin taustoihin ja vaikutuksiin.

Sidereus Nuncius oli tyypiltään ennennäkemätön kirja. Huolimatta Galilein älyn terävyydestä ja ajatusten voimasta ei kirja niinkään ole intellektin vaan pikemminkin instrumentin aikaansaannos. Kirja muutti ensin astronomian ja sitten muiden tieteiden käytännön. Tähtitiede lakkasi olemasta akateemisten oppineiden yksityisaluetta; käden taitoa ja kärsivällisyyttä omaavat itseoppineet pääsivät sen alalla maineeseen. *Sidereus Nuncius* ei sisällä loogisia tai matemaattisia argumentteja, jotka olisivat kääntäneet tasapainon kopernikanismin puolelle, mutta kuitenkin sen merkitys oli suuri, ehkä jopa ratkaiseva, sillä se osoitti vanhan tradition monilta osiltaan irrelevantiksi. Teoksen matkassa astumme moderniin maailmaan. Monet kirjat eivät puhuttele meitä vuosisatojen takaa, mutta *Sidereus Nuncius* on säilyttänyt tuoreutensa.

(Lehti 1999, 7 – 8.)

Vuoden 1610 alussa Padovan yliopiston matematiikan opettaja Galileo Galilei (1564-1642) kokosi kovalla kiireellä materiaalia uutta kirjaansa varten. Hän tiesi paljastavansa maailmasta jotain täysin uutta. Galileo tiesi myös, että luonnon salaisuuksien tuntemus houkutti mesenaatteja kutsumaan tieteentekijöitä hoveihinsa. Hän uskoi kirjansa avaavan portit Medicien hoviin Firenzeen ja taloudelliseen riippumattomuuteen. Elokuussa 1609 Galileo esitteli itse rakentamaansa näkölasia Venetsian neuvostolle. Merkittäväksi keksijäksi osoittautunut matemaatikko haluttiin pitää neuvoston valtapiiriin kuuluneessa Padovan yliopistossa. ja niinpä Galileille myönnettiin elinikäinen professorin virka ja hänen palkkaansa korotettiin huomattavasti. Galileille myönnettiin elinikäinen professorin virka ja hänen palkkaansa korotettiin huomattavasti. Galileo havainnoi syystalvella 1609 Kuuta ja vuoden 1610 alussa Jupiteria tehden samalla myös havaintoja kiintotähdistä ja linnunradasta. Tuloksena näistä havainnoista oli Galileon siihenastisen uran maineikkain teos *Sidereus nuncius* (Tähtimaailman sanansaattaja). Teos julkaistiin maaliskuussa 1610 niin nopeasti, että viimeiset kirjatut havainnot oli

tehty vain muutamaa päivää ennen teoksen ilmestymistä. *Sidereus nuncius* muutti Galileon uran. Se muutti aurinkokeskistä maailmankuvaa koskevaa keskustelua ratkaisevasti. Kirja vaikutti myös siihen, että katolinen kirkko julisti kopernikanismin ”muodolliseksi harhaopiksi” vuonna 1616, noin kuusi vuotta *Sidereus nunciuksen* julkaisemisen jälkeen.

Galileo Galilein vaikuttavimmat havainnot koskivat Jupiterin kuita, olivathan ne jotain täysin ennen näkemätöntä. Galileo nimesi uudet taivaankappaleet ”Medicien tähdiksi”. Osoittautui, että uudet tähdet eivät olleet kiintotähtiä, koska niiden asema vaihteli taivaalla, ja niiden liike osoittautui seuraavan Jupiterin liikettä. Galileon *Sidereus nuncius* nosti keskustelun ptolemaios-aristoteelisestä ja kopernikaanisesta maailmanjärjestelmästä uudelle tasolle. Tärkeimmät havainnot koskivat Kuuta ja Jupiteria. Edellisellä Galileo havaitsi olevan pinnanmuotoja, ”syviä rotkoja ja repeämiä aivan kuten Maankin pinnalla. Kuu ei hänen näkemänään ollut sileä pallo, kuten aristoteelisen koulukunnan kasvatit opettivat. Kuun pinnanmuodot viittasivat siihen, että Kuu rakentui samoista elementeistä kuin Maakin, mikä oli Aristoteleen opetuksen vastaista. Vielä merkittävämpiä havaintoja Galilei teki Jupiterin kuista. Ne olivat aristoteelis-ptolemaioislaisen maailmankuvan vastaisia: sen mukaanhan ”planeettoja” oli seitsemän. Maakeskisen maailmankaikkeuden keskustassa liikkumattomana seisovan Maan ympärillä kiersivät planeetat Maasta poispäin järjestyksessä Kuu, Merkurius, Venus, Aurinko, Mars, Jupiter ja Saturnus.

(Joutsivuo 2003)

Astronomia ja luonnonfilosofia

Skolastiikassa periytyneessä tieteiden luokittelussa astronomia oli niin sanottu *scientia mediae*, välitiede. Tämä tarkoitti, että sitä ei pidetty autonomisena tieteenä, vaan se oli alisteinen eli subalternatiivinen toiselle tieteenle. Astronomiiaa voitiin tarkastella kahdesta eri näkökulmasta, luonnonfilosofisesta tai matemaattisesta. Oli siis olemassa yhtäältä luonnon-filosofinen tai fysikaalinen astronomia ja toisaalta matemaattinen astronomia. Näin ollen astronomia oli alisteinen joko luonnonfilosofialle tai matematiikalle. Koska näiden tieteiden päämäärät poikkesivat toisistaan, niiden välillä saattoi olla myös näennäisiä ristiriitoja. Näistä ristiriidoista ei aiheutunut mitään vaikeuksia kummankaan tieteen toimivuudelle. Matemaattinen astronomia keskittyi vain laskennallisiin toimenpiteisiin, taivaankappareiden sijaintien määrittämiseen. Se ei väittänyt mitään maailman todellisesta rakenteesta.

(Joutsivuo 2003)

Raamattu ja maapallon liike:

- Luonnonfilosofia
- Teologia
- Liikkeen kieltäminen

Liikkeen kieltäminen

Kardinaali Roberto Bellarmine kuului vuonna 1564 Trenton kokouksessa perustettuun indeksikongregatioon, jonka tehtävänä oli tutkia, mitkä teokset liitettiin niiden kirjojen luetteloon, joita katoliset eivät saaneet lukea ilman erityistä lupaa. Helmikuussa 1616 kongregatio otti käsittelyyn kaksi väitettä, joista ensimmäisen mukaan Aurinko oli maailman keskipiste ja oli levossa ja toisen mukaan Maa ei ollut maailman keskipiste eikä liikkumaton vaan liikkui sekä ”kokonaisuudessaan että päivittäin”. Ensimmäinen ajatus todettiin filosofisesti typeräksi ja absurdiksi sekä muodollisesti harhaoppiseksi, koska se oli pyhien kirjoitusten sekä kirkon tradition vastainen. Jälkimmäinen ajatus oli filosofisesti sensuurin tarpeessa ja teologiseita totuudeltaan ”vähintään uskonnollinen erehdys”. Maaliskuun alussa 1616 Kopernikuksen *De revolutionibus* liitettiin kiellettyjen kirjojen luetteloon siihen asti, kunnes se olisi korjattu. Sen sijaan Galileo Galileita tai hänen tuotantoaan ei päätöksissä mainittu lainkaan.
(Joutsivuo 2003)

Galileo ja matematiikka

Erityisesti on muistutettu Galileon ajatuksesta, jonka mukaan luonnon kirja on kirjoitettu matematiikan kielellä. Vaikka tämän ajatuksen merkitystä ei ole syytä liioitella, maininta liittyy osuvasti 1500-luvulla alkaneeseen keskusteluun matematiikan asemasta. Matematiikka oli hiipinyt osaksi luonnonfilosofiaa 1500-luvun lopulla. Sen asemaa yliopistoissa oli pyritty nostamaan, ja erityisesti Collegio Romanon johtava matematiikan professori Christoph Clavius kamppaili matematiikan itsenäisemmän ja vahvemman roolin puolesta. Teoksessaan *Ratio studiorum* hän korosti matematiikan olevan parasta valmentautumista filosofian ja muiden tieteiden harjoittamiseen. Clavius esitti, että monet professorit olivat sortuneet erheisiin nimenomaan matemaattisen tietämättömyytensä takia.

Jännite matematiikan ja luonnon-filosofian välillä kuitenkin säilyi. Oppineessa maailmassa oltiin edelleen syvästi kiinni aristoteelisessa luonnonfilosofiassa. Matemaattisen astronomian tuomia uusia havaintoja komeetoista, uusista tähdistä, auringonpilkuista ja Jupiterin kuista saatettiin tervehtiä ilolla. Samalla pidettiin kuitenkin kiinni aristotelismin perusajatuksista, Maan liikkumattomuudesta. Väitteen hyväksyminen tosiasiksi olisi vaarantanut koko aristoteelisen fysiikan ja maailmankuvan.

Koko luonnonfilosofia olisi pitänyt uudistaa. Ja sehän oli helpommin sanottu kuin tehty.

(Joutsivuo 2003)

Kaukoputken keksiminen ja ensimmäiset havainnot

- Noin kesäkuussa 1609 ranskalainen Jacques Badouère kertoi Galileille nähneensä Pariisissa instrumentin, jossa on putkeen sijoitettuja linssejä, ja jolla voi nähdä kaukaisia esineitä.

- Elokuussa Galilei demonstroi Venetsian hallitsevan luokan jäsenille kaukoputken ominaisuuksia ja lahjoitti heille kaukoputken. Saman tien Galilei nimitettiin eliniäkseen Padovan oppituolinsa haltijaksi tuhannen floriinin vuosipalkalla.

Sidereus Nunciuksen sisällöstä

Sidereus Nuncius

Johdatteleva materiaali

Otsikkolehti

[1a] Tähtimaailman sanansaattaja, joka avaa suurenmoisia ja vallan ihailtavia näkymiä ja paljastaa nämä itse kunkin ja eritoten filosofien ja astronomien pohdittaviksi. Nämä havaitsi Galileo Galilei, Firenzen kansalainen [*patritio*], Padovan yliopiston matematiikan professori, juuri keksimänsä näkölasin avulla Kuun pinnalla, lukemattomissa kiintotähdissä, Linnunradassa ja sumuisissa tähdissä sekä ennen kaikkea neljässä planeetassa, jotka kiertävät ihmeen nopeasti Jupiteria eri etäisyyksillä ja eri kiertoajoin ja joita ei tähän päivään mennessä ainoakaan tuntenut, ennen kuin kirjoittaja ne vastikään löysi ja päätti, että nimitettäkööt ne Medicien tähdiksi.

Venetsiassa, Thomas Baglionin [kirjapainossa], 1610.

Viranomaisten luvalla ja privileegiolla

Omistuskirjoitus Cosimo toiselle

[2a] Kunnianarvoisimmalle Toscanan neljännelle suurherttualle Cosimo toiselle.

Vallan ansiokas sekä jalomielisyyttä pursuava oli heidän toimensa, jotka suojasivat erinomaisten hyveiden täyttämien miesten jaloja aikaansaannoksia kademielta vastaan ja pyrkivät säilyttämään unohdukselta ja katoamiselta kuolemattomuuden ansainneiden miesten nimet. Niinpä on muistoksi jälkipolvelle jätetty perinnöksi patsaita, joko marmorista veistettyjä tai pronssiin valettuja; siksi on pystytetty sekä pystykuvia että ratsastajapatsaita, siksi pylväitä ja pyramideja, joiden huiput sanonnan mukaan ulottuvat tähtiin. Tämän vuoksi on vielä rakennettu kaupunkeja ja nimetty sellaisten mukaan, jotka kiitollinen jälkimaailma on katsonut ikuisen muiston arvoiseksi. Onhan ihmismieli semmoinen, että jos ulkoapäin saapuvat tapahtumien kuvitukset eivät sitä kiihota, katoavat pian kaikki niiden muistikuvat.

Etsiessään jotain pysyvämpää ja kestävämpää ovat toiset varmistaneet suurmiesten ikuisen ylistyksen kivien ja [2b] metallien sijasta muusien suojelulla ja rapautumattomilla kirjallisilla monumenteilla. Miksi kuitenkin mainitsen kaiken tämän? Olisiko ihmisen kekseliäisyyden tyydyttävä näihin aiheisiin eikä uskaltauduttava edemmäksi? Kun se kuitenkin suuntasi katseensa etäämmälle, se käsitti mainiosti, että väkivalta, myrsky tai ikä lopulta murtaa kaikki ihmistyötä olevat monumentit, ja se keksi häviämättömämmän

muistomerkin, johon ei raastava aika eikä kade vanhuus pystynyt ulottamaan valtaansa'. Kääntyen siis taivaalle [ihmismieli] varusti kirkkaimmat tunnetut tähdet ja niiden ikuiset kehät heidän nimillään, jotka suurenmoisten ja miltei jumalallisten tekojensa vuoksi katsottiin arvoisiksi vallitsemaan ikiaikoja yhdessä tähtien kanssa. Tämän ansiosta ei Jupiterin, Marsin, Merkuriuksen, Herkuleen eikä muiden nimensä tähdille antaneiden sankareiden maine hiivu, ennen kuin noiden tähtien itsensä loiste sammuu.

Tämä erinomaisen ylevä ja ihailtava ihmisviisauden keksintö on kuitenkin jo monien vuosisatojen ajan jäänyt käyttämättä, sen jälkeen kun varhaiset sankarit ovat vallanneet nuo loistavat asuinsijat pitääkseen ne kuten lain suojaamana omaisuutenaan. Turhaan koetti Augustus hurskaasti kohottaa Caesarin heidän joukkoonsa. Kun hän yritti nimitä Juliuksen Tähdeksi hänen aikanaan ilmestyneen tähden sellaisen joukosta, joita kreikkalaiset kutsuivat komeetoiksi ja me pyrstötähdiksi, niin pian se katosi ja teki turhaksi kunnianhimoisen hankkeen'. Minä kuitenkin pystyn paljon todellisemmin ja onnekkaammin antamaan enteen Teidän Korkeudellenne, Armollinen Ruhtinas. Tuskin nimittäin Teidän kuolemattoman henkenne voima alkoi tuoda valoa maan päälle, kun jo taivaalla paljastui loistavia tähtiä, jotka omalla kielellään [3a] julistavat ja juhlistavat kaikille ajoille Teidän ylivertaisia hyveitänne. Kas, niinpä Teidän kunniakkaalle nimellenne varattiin neljä tähteä, eikä tavanomaisten ja vähemmän merkittävien kiintotähtien paljoudesta, vaan kiertotähtien maineikkaasta säädystä. Ne kulkevat kukin itselleen ominaisella tavalla ihmeteltävän nopeasti ympyräliikkeessä tiensä ja kehänsä kaikista tähdistä jaloimman, Jupiterin, ympäri, hänen omien lapsiensa tavoin. Samalla ne yksimielisen sopuisina yhdessä kiertävät kerran kahdessatoista vuodessa suuria kierroksia maailman keskuksen ympäri, nimittäin itsensä Auringon.

Itse Tähtien Luoja näytti selvillä argumenteilla neuvovan minulle, että nuo uudet planeetat on tarkoitettu liitettäväksi Teidän maineikkaaseen nimeenne ennemmin kuin kehenkään muuhun. Eiväthän nimittäin, Jupiterin jälkeläisten arvon mukaisesti, nämä tähdet etäänny hänen viereltään vähäistä matkaa kauemmaksi, ja kukapa ei tietäisi, että samoin armeliaisuus, lempeämielisyys, kohteliaisuus, kuninkaallisen syntyperän suoma ylhäisyys sekä majesteettillisuus, kaikkia hallitseva auktoriteetti ja valta, ovat kaikki valinneet Teidän Korkeutenne yhteiseksi kodikseen ja asuinsijakseen? Kuka ei myöskään tietäisi, että kaikki tällainen virtaa ylen suopeamielisestä Jupiterin tähdestä, joka Jumalasta seuraavana on kaiken hyvän lähde? Jupiter! Jupiter oli tosiaankin Teidän Korkeutenne syntymähetkenä [*à primo*] jo jättänyt taakseen itäisen horisontin sameat usvat ja noussut keskitaivaalle. Se valaisi valtakuntansa itäistä kolkkaa ja katsoi korkealta valtaistuimeltaan tuota onnekasta syntymää vuodattaen kirkkaimpaan ilmaan loistettaan ja suurenmoisuuttaan, [3b] jotta tuo pikku ruumis ja siihen liittynyt henki Jumalan antamien jalompien kaunistusten ohella ensimmäisessä henkäyksessään imisi itseensä (Jupiterin) kaiken voiman ja vallan.

Miksi kuitenkin turvautuisin todennäköisyysargumentteihin, kun voin esittää asian miltei pakottavana a päätelmänä ja todistuksena? Kaikkivaltias jumala sääti, että Teidän Armonne vanhemmat katsoivat minut arvolliseksi ahkeroimaan opettamalla Teidän Ylhäisyydellenne matemaattisia tieteitä". Tämän tein neljänä viimeksi kuluneena vuonna siihen aikaan vuodesta, jolloin on tapana levätä vaativammista opinnoista. Kun siis osakseni selvästikin jumalallisena johdatuksena tuli palvella Teidän Ylhäisyyttänne, jolloin lähituntumalta koin Teidän miltei uskomattoman armollisuutenne sekä suosionne paisteen, niin miten olisikaan ollut ihme, kun mieleni siinä määrin syttyi, että tuskin muuta ajattelinkaan päivin tai öin, kuin miten minä, joka olen alamaiseen paitsi ajatuksiltani, niin myös syntyperältäni ja luonnoltani, pystyisin suurimmalla mahdollisella innolla ja kiitollisuudella levittämään tietoa Teidän kunniastanne?

Näin ollen, koska olen nämä kaikilta aikaisemmilta astronomeilta tuntemattomiksi jääneet tähdet löytänyt Teidän suojeluksessanne, armollisin Cosimo, on minulla täysi oikeus päättää nimittää ne Teidän sukunne ylevän nimen mukaisesti. Koska nimittäin olen ne ensimmäisenä löytänyt, niin kuka voi minua aiheellisesti moittia, jos myös annan niille nimen ja kutsun niitä MEDICIEN TÄHDIKSI? Toivon tällöin, että tämä nimeäminen tuo noille tähdille yhtä paljon mainetta kuin muut tähdet ovat saaneet toisilta sankareilta. Vaietakseni nimittäin Teidän Armonne esi-isistä, joiden ikiaikaisesta kunniasta kaikki historian monumentit [4a] todistavat, niin pelkästään Teidän hyveenne, sankareista suurin, pystyy tekemään noiden tähtien nimen kuolemattomaksi. Kuka nimittäin saattaisi epäillä, että vaikka hallituskautenne tuiki onnellisen alun synnyttämät odotukset ovatkin korkealla, niin ne osoittautuvat oikeiksi ja toteutuviksi, ja ne jopa pitkälti ylitetäänkin? Niin muodoin, voitettuanne vertaisenne voitte silti kilpailla itsenne kanssa, ja Te ja Teidän suuruutenne ylenevät päivä päivältä.

Vastaanottakaa siis, Armollisin ruhtinas, tämä tähdissä säilyvä kunnianosoitus suvullenne, Sallittakoon Teidän kauan nauttia jumalallisesta suopeudesta, jonka Teille suo Jumala, Tähtien Luoja ja Hallitsija, pikemminkin kuin tähdet.

Padovassa, 4. päivänä [ennen] maaliskuun idusta 1610,

Teidän Korkeutenne
Uskollisin Palvelija
Galileo Galilei

(Galilei 1999, 13 – 18.)

Havainnot Kuun pinnanmuodostuksesta

Jupiterin kuut

Itä	*	*	○	*	Länsi
Itä	○	*	*	*	Länsi
Itä	*	*	○		Länsi
Itä	*	*	○		Länsi
Itä	*	○	*	*	Länsi

4.4 Galilei ja kopernikanismi

Bellarminon kirje Foscarinille

Collegium Romanumin esimies, katolisen kirkon tuolloinen pääideologi Roberto Bellarmino kirjoitti Paolo Foscarinille vuonna 1615 kirjeen, jonka aiheena oli Foscarinin kirja, jossa tämä perusteli kopernikanismia fysikaalisena totuutena ja argumentoi, että kopernikanismi ei ole ristiriidassa Raamatun kanssa. Bellarmino kirjoittaa hypoteettis-deduktiivisen tieteen probleemeista seuraavaa:

Mielestäni Teidän Korkeutenne ja Signor Galilei toimitte viisaasti, kun rajoitutte puhumaan hypoteettisesti (ex suppositione) eikä ehdottomasti, kuten olen aina ymmärtänyt Kopernikuksenkin puhuvan. Kun sanotaan, että olettamalla Maa liikkuvaksi ja Aurinko paikallaan pysyväksi, kaikki taivaan ilmiöt selittyvät paremmin kuin eksentrien ja episykliin teorian avulla, niin tällöin puhutaan erinomaisen harkitsevasti, eikä oteta minkäänlaista riskiä. Tällainen puhetapa riittää matemaatikolle. Sen sijaan, jos halutaan väittää, että Aurinko todellakin on maailmankaikkeuden keskus ja vain pyörii akselinsa ympäri, mutta ei kierrä idästä länteen ja että Maa sijaitsee kolmannessa taivaassa ja kiertää suurella nopeudella Auringon ympäri, niin tämä on hyvin vaarallinen asenne, joka on omiaan paitsi vihoittamaan kaikki skolastikkoilosofit ja teologit, lisäksi myös loukkaamaan meidän pyhää uskoamme olemalla Raamatun vastainen. Jos olisi olemassa todellinen todistus sille, että Aurinko sijaitsee maailman keskuksessa, että Maa on kolmannessa taivaassa, ja että Aurinko ei kierrä Maata vaan Maa Aurinkoa, niin meidän tulisi edetä erittäin varovaisesti selittäessämme Raamatun kohtia, jotka näyttävät opettavan

päinvastaista, ja pikemminkin myöntää, että emme ole ymmärtäneet niitä, kuin julistaa sellainen mielipide vääräksi, joka on todistettu oikeaksi. Itse omasta puolestani en usko sellaisia todistuksia olevan, ennenkuin ne näytetään minulle. Eikä sen asian todistus, että jos Auringon oletetaan olevan maailman keskellä ja Maan kolmannessa taivaassa, niin täten tähtitaivaan ilmiöt pelastetaan, ole yhtäpitävä sen todistuksessa, että Aurinko todellakin on keskellä ja Maa kolmannessa taivaassa. Ensinmainittu kaltaisen todistuksen saattaisi mielestäni hyvinkin löytää, mutta mitä toiseen tulee, minulla on asiasta vahvoja epäilyjä, ja epäiltävässä tapauksessa meidän ei tulisi hylätä pyhien Isien antamaa pyhän tekstin tulkintaa.

(Lehti 1996, 221 – 222.)

Vuodet 1616 – 1624: Il Saggiatore

Il Saggiatore –teosta on luonnehdittu käännepisteeksi Galilein ajattelussa. Ensin hän oli kirjoittanut kokeellisena tiedemiehenä, sitten teoreetikkona, nyt hän puhui tieteenfilosofina.

Paradoksaalista: Kopernikuksen puolustaminen sai Galilein hyväksymään Aristoteleen komeettateorian ja Kopernikuksen vastustaminen sai esim. Lohario Sarsin (eli Horatio Grassin) hyväksymään modernimman Tyko Brahen teorian.

”Vuonna 1623 Galilei julkaisi *Il Saggiatoren*, joka on eräs barokin kirjallisuuden suurista teoksista, poleeminen ja täynnä säkenoivää ironiaa. Sen pohjana oli hänen komeettojen luonnetta koskeva kiistansa jesuiittapappi Orazio Grassin kanssa.”

(Rossi 2010, 139.)

Saggiatoreen sisältyy kaksi Galilein kuuluisimmista opeista.

1. Ensimmäinen niistä lähtee liikkeelle väitteestä, jonka mukaan ”liike on syynä lämpöön”. Galilei torjuu ennen kaikkea sen käsityksen, että lämpö on ”aineen itsensä ominaisuus”.
2. Toinen tuo julki sen Galilein vakaumuksen, että vaikka luonto on ”tyly ja kuuro turhille toiveillemme” ja vaikka se toimii tavoilla, jolta me emme pysty kuvittelemaan, sen sisällä vallitsee harmoninen, tyypiltään geometrinen järjestys:

”Filosofia on kirjoitettu tähän valtavaan kirjaan, joka on alati avoinna silmiemme edessä (tarkoitaa maailmankaikkeutta), mutta sitä ei voi ymmärtää, ellei ensin opettele ymmärtämään sen kieltä ja kirjaimia, joilla se on kirjoitettu. Se on kirjoitettu matemaattisella kielellä ja käytetyt kirjaimet ovat kolmioita, ympyröitä ja muita geometrisia kuvioita, joita ilman

ihminen ei voi ymmärtää siitä sanaakaan; ilman niitä hän kiertelee turhaan pimeässä labyrintissä.” (Galilei 1890-1909: VI, 232.)

Dialogi kahdesta suuresta maailmanjärjestelmästä

Vuodet 1624 – 1632: Dialogin kirjoittaminen

Galilei yrittää toteuttaa paavin ”monipuolisuusvaatimuksen” kirjoittamalla teoksen kolmen henkilön neljä päivää kestäneen keskustelun muotoon.

Keskustelijoina ovat Galilein ”puhetorvena” esiintyvä Salviati, aristoteelikkoja edustava Simplicio ja ”puolueettomana” esiintyvä Sagredo.

- ☐ Galilei esittää 7 argumenttia sille, että vuorokautinen liike tulee sijoittaa Maapallolle.
- ☐ Klassiset aristoteeliset vastaväitteet
- ☐ Maan liikettä vastaan esitetyt dynaamiset argumentit (9 kpl):
torniargumentti, laiva-argumentti, ylöspäin ampumisen argumentti, kuulan kantomatka-argumentti ...

Galilei-oikeudenkäynti

Tapahtumasarjan pani liikkeelle teoksen *Dialogi kahdesta suuresta maailmanjärjestelmästä* ilmestyminen keväällä 1632.

Paavin komission raportti *Dialogista*: virheet ja kahdeksan moitittavaa asiaa.

Pyhän inkvisition edessä

K: Ilmoittiko hän hakiessaan pyhän officiumin edustajalta lupaa kirjan painattamiseen kyseiselle isälle aikaisemmin saamastaan kirjallisesta määräyksestä koskien edellä mainittua pyhän officiumin päätöstä.

V: En tullut siinä tilanteessa painatuslupaa hakiessani puhuneeksi määräyksestä, koska en pitänyt sitä tarpeellisena, sillä asiastahan ei pitänyt olla mitään epäilystä. Minä kun en ole siinä kirjassa sen enempää kannattanut kuin puolustanutkaan mielipidettä, että Maa pyörisi ja Aurinko pysyisi paikallaan, vaan olen pikemminkin osoittanut todeksi kopernikaaniselle käsitykselle vastakkaisen mielipiteen ja todistanut, että Kopernikuksen väitteet ovat heikosti perusteltuja ja epävarmoja.

Tässä Galileon todistuksen viimeisessä lauseessa kiteytyy koko hänen tukala tilanteensa. Häntä olisi helppo syyttää määräysten kiertämisestä. Hän on epäilemättä päivän kuulustelujen lähetessä loppuaan käsittänyt millaisessa vaarassa oli ja kukaties sen vuoksi katsonut välttämättömäksi asettua siilipuolustukseen. Lähettiläs Niccolini oli varoittanut häntä ja kehottanut käyttäytymään nöyrästi

ja asettumaan mille tahansa kannalle, mitä inkvisiittorit häneltä tuntuivat toivovan. Mutta Galileo ei halunnut ryhtyä valehtelemaan valaehoisessa todistuksessaan. Hän oli katolilainen, joka oli omaksunut katolilaisilta kiellettyjä käsityksiä. Hän ei tahtonut sanoutua irti kirkosta, vaan oli yrittänyt kannattaa - ja samaan aikaan olla kannattamatta - tuota pulmallista hypoteesia pyörivästä Maapallosta. Hänen pöytäkirjaan merkitty lauseensa tuo mieleen saman kaksitahoisuuden, jonka hän ilmaisi myös "Vastauksessa Ingolille" kertoessaan italialaisista tiedemiehistä, jotka olivat hyväksyneet kopernikanismin pienintä piirrettä myöten, mutta hylänneet sen sitten uskonnollisin perustein. Galileon usko omaan viattomuuteensa ja vilpittömyyteensä käy selvästi ilmi kirjeistä, joita hän kirjoitti ennen oikeudenkäyntiä, sen kuluessa ja vielä pitkään sen jälkeenkin.

Kun syyttäjät ovat kuulleet Galileon vastauksen, he ovat kuitenkin saattaneet haukkoa henkeään. Minkä ihmeen takia koko tapaus muka oli annettu inkvisition käsiteltäväksi ellei siksi, että Urbanuksen palkkaama neuvonantajajoukko oli todennut *Vuoropuhelun* ylenpalttisen innokkaaksi Kopernikuksen puolustamiseksi? Syyttäjät olisivat voineet ryhtyä kuulustelemaan Galileo lähemmin ja epäillä häntä petoksesta, mutta eivät sanoneet mitään. Kukaties hekin tajusivat tilanteen monimutkaisuuden. Tai uskoivat Galileon sanaa. Tai sekä että.

(Sobel 2002, 268 – 269.)

Galilein tuomio 22.6.1633

Huolimatta siitä että Galilei ja hänen kannattajansa olivat toivoneet oikeusjutun päättyvän kaikessa hiljaisuudessa henkilökohtaiseen huomautukseen - ja *Vuoropuhelun* määräämiseen vain "lykättäväksi korjauksia varten", kuten Kopernikuksen kirjalle oli käynyt - julisti keskiviikkona 22. kesäkuuta langettu tuomio Galileon syylliseksi kauhistuttaviin rikoksiin.

Inkvisiittorikardinaalit todistajineen kokoontuivat tuona aamuna Santa Maria Sopra Minervan kirkon viereiseen dominikaaniluostariin aivan keskelle kaupunkia, missä he yleensäkin pitivät viikkokokouksiaan. Galileoa kuljetettiin heidän edellään ylös kaartuvia portaita ja sitten saliin, jossa oli freskoin koristeltu katto. Siellä hänen oli määrä kuulla, mihin tulokseen inkvisiittorit olivat pohdinnoissaan päätyneet.

Ilmoitamme, lausumme, tuomitsemme ja julistamme, että teitä, Galileo, syistä jotka ovat riittävästi käyneet ilmi oikeudenkäynnin kestäessä ja jotka olette jo tunnustanut, on tämän pyhän tuomioistuimen käsityksen mukaan erittäin vahvat syyt epäillä kerettillisyydestä, toisin sanoen siitä, että olette uskonut ja kannattanut oppia, joka on väärä ja vastoin pyhiä jumalallisia

kirjoituksia ja joka väittää, että Aurinko on maailman keskipiste eikä liiku idästä länteen, ja että Maapallo liikkuu eikä ole maailman keskipiste, sekä myös että on luvallista kannattaa ja väittää uskottavaksi sellaista mielipidettä, joka on jo julistettu ja määritelty pyhien kirjoitusten vastaiseksi. Näin ollen olette vetänyt päällemme kaikki pyhien kirkkolakien ja kaikkien muidenkin lakien edellyttämät moitteet ja rangaistukset, jotka sellaisiin rikoksiin syyllistyneisiin on kohdistettu. Suostumme vapauttamaan teidät niistä edellyttäen, että ensinnäkin teeskentelemättä ja vilpittömin sydämin tässä meidän läsnäollessamme sanoudutte irti kaikista mainituista erheistä ja harhaopeista ja kaikista muistakin erheistä ja harhaopeista, jotka ovat katolisen ja apostolisen kirkon vastaisia, ja tavoilla jotka me teille määräämme kiroatte ne ja julistatte niitä halveksivanne.

Edelleen, jotta tämä vakava ja vaarallinen erehdyksenne ja rikkomuksenne ei jäisi kokonaan rankaisematta, ja jotta vastaisuudessa osaisitte olla varovaisempi, määräämme että kirja *Galileo Galilein vuoropuhelu* kielletään julkisella ediktillä varoitukseksi muille, jotta he eivät tekisi itseään syytäiksi sanotun kaltaisiin rikoksiin.

Tuomitsemme teidät erikseen päätettävän pituiseen vankeuteen tämän tuomioistuimen tiloissa. Teidän tulee lausua katumusharjoituksena seitsemän katumuspsalmia kerran viikossa seuraavien kolmen vuoden ajan. Varaamme itsellemme oikeuden lieventää, muuntaa tai poistaa sanotun rangaistuksen ja katumusharjoitukset osittain tai kokonaan. Tämän kaiken me ilmoitamme, laustumme, tuomitsemme, julistamme, määräämme ja varaamme tällä tahi millä tahansa paremmaksi katsomallamme tai keksimällämme tavalla toteutettavaksi. Tämän me allekirjoittaneet kardinaalit allekirjoituksellamme vahvistamme.

Vaikka Kopernikuksen mielipide siis vuonna 1616 olikin pelastettu kerettiläisyyden häpeältä, oli Galileoa itseään nyt "erittäin vahvat syyt epäillä kerettiläisyydestä".

Kymmenestä inkvisiittorista vain seitsemän kirjoitti nimensä tuomion alle. Kardinaali Francesco Barberini, joka oli koko joukosta vahvin armahtamisen kannattaja, jättäytyi mielenosoituksellisesti pois istunnosta ja kieltäytyi panemasta nimeään tuomion alle. Poissa oli myös kardinaali Gaspare Borgia, joka kenties käytti tilaisuutta hyväkseen tölväistäkseen taas paavi Urbanusta tämän ranskalaismyönteisyydestä kolmikymmenvuotisessa sodassa - tai sitten kiittääkseen Galileoa ehdotuksista, joita tämä oli aikanaan tehnyt Espanjan hallitsijoille longitudivaikeuksien ratkaisemisesta Jupiterin kuiden avulla. Kardinaali Laudivio Zacchia, yksi ensimmäisistä kardinaaleista joille suurherttua Ferdinando oli kirjoittanut Galileon puolesta, jätti niin ikään nimensä kirjoittamatta, ja yhtä tietymättömistä syistä. Kenties hän oli sinä päivänä yksinkertaisesti sairaana eikä päässyt paikalle.

Tuomioistuin esitti Galileolle laatimansa lausuntotekstin, joka hänen oli määrä lukea ääneen ja hyväksyä. Lukiessaan tekstiä ensin

hiljaa itsekseen Galileo löysi siitä kuitenkin kaksi väitettä, jotka olivat hänestä niin pöyristyttäviä, ettei hän edes niissä oloissa katsonut voivansa niitä allekirjoittaa. Hänen olisi nimittäin pitänyt nyt ilmoittaa, ettei ollut käyttäytynyt kunnon katolilaisen tavoin, ja tunnustaa hankkineensa painoluvan *Vuoropuhelulle* petollisin keinoin. Hän sanoi, ettei ollut syyllistynyt mihinkään sellaiseen, ja virkavalta sallikin hänen pyyhkiä nämä kaksi lausetta pois lausunnosta.

Sitten syytetty polvistui ja luki katuvaaisen vaikeaan kaapuun pukeutuneena seuraavan lausunnon:

Minä, Galileo, edesmenneen firenzeläisen Vincenzo Galilein poika, ikä 70 vuotta, kutsuttuna tämän istuimen kuultavaksi ja polvistuen teidän eteenne, ylhäiset ja korkeasti kunnioitettavat herrat kardinaalit ja koko kristillisen yhteisön korkeimmat kerettiläistä turmelusta vastaan taistelevat inkvisiittorit, vannon tässä käsi pyhien evankeliumien päällä, että olen aina uskonut, uskon tällä hetkellä ja jos jumala suo, uskon vastakin kaiken, mitä pyhä apostolinen ja katolinen kirkko pitää totena, saarnaa ja opettaa. Mutta kuitenkin – sen jälkeen, kun tämä pyhä officium oli kehottanut minua luopumaan siitä väärästä käsityksestä, että Aurinko on maailman liikkumaton keskipiste ja Maa ei ole sen keskipiste ja on liikkuva, ja käskenytt minun olla kannattamatta, puolustamatta ja millään lailla sen paremmin suullisesti kuin kirjallisestikaan opettamatta mainittua väärää oppia, ja kun minulle oli ilmoitettu mainitun opin olevan pyhien kirjoitusten vastainen - minä kirjoitin ja painatin kirjan, jossa käsittelen jo tuomittua oppia ja tuon vaikuttavassa muodossa esiin sitä puoltavia perusteluja päätymättä mihinkään selvään johtopäätökseen; ja niin muodoin on katsottu olevan erittäin vahvat syyt epäillä minua kerettiläisyydestä, toisin sanoen sen mielipiteen kannattamisesta, että Aurinko on maailman keskipiste ja liikkumaton, ja että Maa liikkuu eikä ole maailman keskipiste.

Tästä syystä, ja koska tahdon pyyhkiä pois teidän ylhäisyyksienne ja kaikkien uskollisten kristittyjen mielistä nämä minuun kohdistuneet vahvat ja oikeutetut epäilykset, sanoudun vilpittömin mielin ja yhtään teeskentelemättä irti mainituista virheistä ja harhaopeista ja yleensäkin kaikista virheistä ja lahkolaisuuksista jotka olivat pyhän katolisen kirkon vastaisia, ja kiroan ne ja julistan niitä inhoavani. Vannon niin ikään, etten enää tulevaisuudessa sano enkä suullisessa enkä kirjallisessa muodossa esitä mitään sellaista, mikä voisi saattaa minut epäilyksenataiseksi vastaavista syistä; ja jos saan tietää jostakusta kerettiläisestä tai kerettiläiseksi epäiltävästä henkilöstä, teen hänestä ilmoituksen tälle pyhälle tuomioistuimelle taikka sen hetkisen olinpaikkani inkvisiittorille tai muulle kirkonmiehelle. Lupaan ja vannon myös kuuliaisesti suorittavani kaikki tämän pyhän tuomioistuimen minulle nyt tai vasta määräämät katumusharjoitukset vähentämättöminä. Ja mikäli rikon yhdenkin näistä lupauksistani, lausunnoistani taikka valoistani (mistä

jumala minua varjelkoon!), asetan itseni alttiiksi kaikille niille kärsimyksille ja rangaistuksille, joita pyhät kirkkolait ja muut yleiset ja yksityiset määräykset sellaisista rikkomuksista säättävät. Siispä auttakoon minua jumala ja hänen pyhät evankeliuminsa, joita kädelläni kosketan.

Minä, edellä mainittu Galileo Galilei, olen edellä esitetyllä tavalla lausunut, vannonut, luvannut ja sitoutunut, minkä vahvistaakseni piirrän henkilökohtaisesti nimeni tähän asiakirjaan, jonka olen myös suullisesti sanasta sanaan toistanut Roomassa Minervan luostarissa tänä 22. päivänä kesäkuuta 1633.

Minä, Galileo Galilei, olen omakätisesti kirjoittanut ylläolevan lausunnon.

Usein kuulee väitettävän, että Galileo polviltaan noustessaan mutisi puoliääneen: *”Eppur si muove”* (Se pyörii sittenkin). Tai peräti huusi nuo sanat jalkaa polkien ja katse kohti taivasta. Mutta näin vihamielisessä ympäristössä talttumattoman vakaumuksen osoittaminen kummalla tavalla tahansa olisi ollut enemmän kuin uhkarohkea tempu, puhumattakaan siitä, että väitetty lause osoittaa räväkkää uhmamieltä, jollainen ei missään nimessä olisi siinä ja silloin voinut Galileoilta onnistua. Hän on saattanut sanoa nuo sanat viikkoja tai kuukausia myöhemmin joidenkin muiden ihmisten kuullen, mutta ei sinä päivänä. Minervan luostarissa pidetyssä tilaisuudessa hän piti suunsa supussa, koska hänelle annetut lupaukset sitä edellyttivät. Hän nimittäin piti itseään viattomana ja oli tunnustanut "rikoksen" vain koska tunnustus kuului osana tehtyyn sopimukseen.

Ei mennyt kuin muutama päivä, kun kardinaali Barberini onnistui lieventämään Galileon tuomiota ja muuttamaan vankeustuomion kärsimispaikan inkvisition talosta Toscanan Rooman-lähetystön taloon. Seuraavaksi lähettiläs Niccolini vetosi paavi Urbanukseen, jotta tämä armahtaisi Galileon ja lähettäisi tämän kotiin Firenzeen. Hän pönkitti vetoomustaan selittämällä, että Galileo oli luvannut ottaa hoiviinsa leskeksi jääneen kälynsä, joka parhaillaan valmistautui lähtemään Saksasta kahdeksan lapsensa kanssa ja jolla ei ollut muutakaan paikkaa mihin mennä.

Urbanus torjui armahduksen, mutta suostui lopulta kuitenkin päästämään Galileon pois Roomasta. Kardinaali Barberinin pyynnöstä Galileo määrättiin vankeustuomionsa ensimmäisten viiden kuukauden ajaksi Sienan arkkipiispan valvontaan, tämä kun oli jo luvannut lähettää omat vaununsa kiidättämään tuomitun turvallisesti palatsiinsa.

Vuoropuhelu pantiin seuraavaan kiellettyjen kirjojen luetteloon, joka julkaistiin 1664, ja siinä se pysyikin melkein kaksisataa vuotta.

(Sobel 2002, 289 – 294.)

Galilein kohtalot oikeudenkäynnin jälkeen

- tammikuussa 1635 Galilei ryhtyi kirjoittamaan mekaniikkaa käsittelevää *Discorsi* –teosta
- *Discorsi e dimostrazioni* ilmestyi heinäkuussa 1637
- Galilei kuoli 8.1.1642

4.5 Lisähuomautuksia Galilein vaikutuksesta

Galilei ja Hobbes

- Thomas Hobbes (1588 – 1679)
- yksi politiikan teorian ja yhteiskuntafilosofian suurimmista klassikoista
- pääteos *Leviathan* (ilmestynyt myös suomeksi: *Leviathan, eli, Kirkollisen ja valtiollisen yhteiskunnan aines, muoto ja valta*, suomentanut Tuomo Aho, Vastapaino, Tampere, 1999.)
- päätti tehdä politiikan tutkimukselle saman, minkä Galilei oli tehnyt fysiikalle

Galilei 2000-luvulla: Galileon tytär

Sobel, Dava, *Galileon tytär. Tiedettä, uskoa, rakkautta*, Otava, Keuruu 2000.

Populaari historiateos, jonka lähtökohtana ovat Galilein vanhimman tyttären Maria Celesten kirjeet isälleen.

Ohessa kirjan esittely ja arvostelu Agricolan – Suomen historiaverkon – kirja-arvosteluista:

Korkeasti kunnioitettu isä ja hänen tyttärensä
 AGRICOLA

Anu Lahtinen <anulah@utu.fi>
 FM, assistentti, Historian laitos, Turun yliopisto

Sobel, Dava: *Galileon tytär. Tiedettä, uskoa, rakkautta*. Otava: Keuruu 2000. 423 s.

Kuuluisalla tieteilijällä Galileo Galileilla (1564-1642) oli kolme lasta, kaksi tytärtä ja poika, joiden äiti oli kaunis venetsiatar Marina Gamba. Galileo ei avioitunut lasten äidin kanssa, joten tyttäret olivat "naimakelvottomia"; niinpä heidät sijoitettiin nuorina luostariin. Varsinkin tyttäristä vanhempi, Suor Maria Celeste, piti kuitenkin kiinteästi yhteyttä isäänsä, ja tämä tuki tyttäriään taloudellisesti.

124 Suor Maria Celesten kirjoittamaa kirjettä on säilynyt (Galileon kirjoittamat kirjeet ovat hävinneet tai tuhottu). Näiden kirjeiden ja Galileon elämänvaiheiden pohjalta amerikkalainen tieteiskirjailija Dava Sobel on rakentanut teoksensa Galileon tytär. Tähtitieteestä, tieteellisestä tutkimuksesta ja tieteen historiasta kirjoittanut Sobel on ensi kertaa tuonut Suor Maria Celesten kirjeet muidenkin kuin italiantaitoisten luettavaksi.

Sobelin historiategoksen pääjuonteena kulkee tuttu tarina Galileon tieteellisestä työstä ja tasapainoilusta kirkon ja tieteellisen omatuntonsa kanssa. Vahvaa lisäväriä sille antavat samanaikaisesti kuvattavat Suor Maria Celesten elämänvaiheet luostarissa. Nuorempi sisar, Suor Arcangela, oli luonteeltaan ilmeisesti masennukseen taipuva, ja hänestä on säilynyt vähemmän tietoja.

Sukulaiset kävivät tapaamassa sisaria luostarissa, missä he saattoivat keskustella kalterein jaetun salin eri puolilta ja jopa nauttia aterioita samassa tilassa toistensa kanssa. Suor Maria Celeste ja hänen sisarensa saivatkin nähdä niin veljensä kuin tämän jälkeläiset, ja usein myös lähellä asuvan isänsä. Galileon asunto sijaitsi vain kivenheiton päässä San Matteon luostarista, jossa Suor Maria Celeste ja Suor Arcangela elivät.

Tapaamisten lisäksi perheenjäsenet kirjoittivat toisilleen kirjeitä, ja kirjeiden mukana vaihdettiin paljon muutakin kuin kuulumisia. Maria Celeste ompeli isälleen liinavaatteita, kauluksia ja muita tärkeitä vaatekappaleita, valmisti leipomuksia ja makeisia isänsä toimittamista hedelmistä, lähetti tälle milloin talviruusuja, milloin mitään. Nämä vaelsivat erilaisten lähettien mukana tyttäreltä isälle ja päinvastoin. Galileo lähetti samoin tarvikkeita luostarin ulkopuolisesta maailmasta, kuten osoittaa eräänkin Suor Maria Celesten kirjeen loppu:

"Palautan tässä myös teille pöytäliinan, johon olitte käärinyt lähettämämme lampaan, ja muistutan, että teillä on yksi meidän tyynyliinamme, se jonka panimme siihen kannelliseen koriin paitojen suojaksi."

Monet olivat myös ne "kerjuukirjeet", joita Suor Maria Celeste kirjoitti isälleen. Luostari kärsi taloudellisesta niukkuudesta, ja tytär pyysi väliin rahaa itselleen vuokratakseen paremman huoneen itselleen, väliin hän toivoi isän avustavan suoraan luostaria. (Samankaltaisia kirjeitä on, kiinnostavaa kyllä, säilynyt jopa Naantalun luostarista.) Kirjeistä käy ilmi, että näin myös tapahtui.

Arkisten asioiden lisäksi Galileo näyttää kirjoittaneen tyttärelleen myös tieteellisistä hankkeistaan, ja Suor Maria Celeste ilmaisi kirjeissään toistuvasti ihailunsa isäänsä kohtaan. Tytär ohitti ongelmalliset uskonnolliset dilemmat, joita isän tutkimukset ja niiden raportointi aiheuttivat. Galileon jouduttua Roomaan inkvisition kuultavaksi Suor Maria Celeste huolehti isänsä tiluksista ja omaisuudesta, toisin sanoen

tilalla toimivat alaiset kävivät neuvottelemassa tyttären kanssa sadon myymisestä, viinin valmistamisesta ja muista tärkeistä kysymyksistä, ja Suor Maria Celeste raportoi tiedot isälleen ja rukoili tämän pikaista ja onnellista kotiinpaluuta.

Dava Sobelin teos on arvokas sikäli, että se tarjoaa kiintoisaa tietoa luostariin suljettujen ja sen ulkopuolella elävien perheenjäsenten suhteista, isän ja tyttären välisestä kiintymyksestä ja Galileonkin elämän arjesta, ruoanlaitosta ruttolääkkeiden nauttimiseen. Se kuvaa myös luostarin arkea, ja ohimennen lukija tutustuu monenlaisiin sisariin ja heidän vaiheisiinsa.

Teos on kirjoitettu selkeästi ja ymmärrettävästi, ja taitto ja kuvitus ansaitsevat myös kiitosta. Galileon tieteellisten teosten sitaatit ovat kiinnostavia, Suor Maria Celesten kirjeet leikkisiä, hauskoja ja taidokkaita, samalla kun hän pyrkii osoittamaan nöyryytään ja varomaan, ettei vaikuttaisi siltä kuin antaisi isälleen neuvoja tai esittäisi liian varmoja mielipiteitä asioista. Toisaalta lukija kokee kirjeiden ääressä tietyn vierauden tunnon - mitä nämä rakkautta ja hellää huolta osoittavat sanat ovat merkinneet Suor Maria Celestelle, kun hän ne kirjoitti?

Galileon vaiheet herättävät lukijassa aina ajankohtaisen kysymyksen siitä, miten paljon tieteentekijät - Galileo tai myöhäisemmätkin tutkijat - joutuu modifioimaan tuloksiaan, jotta mesenaatit tai tärkeät yhteiskunnalliset vaikuttajat eivät kääntyisi tutkijaa vastaan. Kirkollinen tuomio oli Galileolle selvästi hyvin järkyttävä kokemus, ja hän joutui muokkaamaan teoksiaan, jottei joutuisi täydelliseen epäsuosioon. Yhteiskunnan vallankäyttäjillä on ollut ja on keinoja, joilla vallitsevien käsitysten kritisoijista voidaan tehdä hampaattomia myötällijöitä - kuvaannollisesti ja kirjaimellisesti.

Vaikka kirja kokonaisuutena onkin hyvin kiintoisa, otsikon ja sisällön välillä vallitsee epäsuhta. Galileon tieteelliset elämänvaiheet saavat pitkiksi ajoiksi pääosan, ja Suor Maria Celeste unohtuu tavalla, joka ei vaikuta tietoisesti valitulta tyylikeinolta. Suor Maria Celeste jää isänsä varjoon teoksessa, jonka otsikko lupaa tyttarelle pääosaa. Vaikka Dava Sobel hylkääkin monet Galileon elämäkertaan liitetyt glorifioidut kaskut ("Se liikkuu sittenkin" jne.) Galileo pysyy edelleen suurmiehenä. Toisaalta, kyseessä on populaari historiateos, ehdottomasti hyvä tapa tutustua Galileihin ja aikakauden tieteellisiin ihmeisiin, siinä sivussa kuuluisan miehen tyttärenkin. Kriittinen analyysi olisi voinut syventää teoksen laajemmaksi tulkinnaksi aikakauden yhteiskunnasta.

Galilei 2000-luvulla: Se ei sittenkään pyöri?

Kommentteja kopernikanismikeskusteluun

Kiertääkö Maa todella Aurinkoa?

Hypoteettis-deduktiivisen tieteen perusongelma. *(kuva)*

Aloitan tähtitieteen historiasta saadulla klassillisella ja usein esitetyllä hypoteettis-deduktiivisen tieteen perusongelmaa valaisevalla esimerkillä. Perusteellisemmin olen sitä käsitellyt teoksessa LEHTI 1989.

Nikolaus Kopernikus esitti v. 1543 teoksessaan *De Revolutionibus Orbium Coelestium* väitteen: Maa kiertää Aurinkoa. Väitteen totuusarvon perusteluna on, että kun Maa oletetaan liikkuvaksi, saadaan parempi selitys sille, miten planeetat näyttävät liikkuvan tähtitaivaalla, kuin jos Maa oletetaan kiinteäksi ja maailman keskellä sijaitsevaksi. (En tässä puutu kysymykseen, mitä kaikkia vivahteita voi antaa väitteelle, että tämä selitys on 'parempi'.) Väite herätti laajaa vastarintaa. Tässä sivuutamme vastarinnan maailmankatsomuksellisen taustan. Kopernikuksen vastustajien käyttämä looginen argumentti on varsin selkeä. Argumentti löytyy lukuisista 1600-luvun kirjoituksista, mm. eräistä Turun Akatemian dissertaatioista. Argumentaatioiden peruslinjat ovat seuraavat:

- Planeettojen liikkeiden geometrinen esitys on matemaattinen tiede.

- Jokainen matemaattinen tiede lähtee joistakin aksioomista ja johtaa näistä seurauksia. Esimerkiksi planeettaliikettä käsittelevä tähtitiede voi todistaa oikeaksi lauseen: Jos oletamme Maan kiertävän Aurinkoa, niin tästä seuraa tiettyjä havaittavia ilmiöitä.

- Mikään matemaattinen tiede ei itse voi omilla metodeillaan todistaa aksioomiaan oikeiksi. Siis esimerkiksi matemaattinen tähtitiede ei omilla metodeillaan voi todistaa oikeaksi deduktion lähtökohdaksi otettua lausetta: "Maa kiertää Aurinkoa."

- Yleisesti pätee: Vaikka implikaatio " $p \Rightarrow q$ " olisikin oikea, ja seurauslause q olisi oikea, niin tästä ei voi päätellä, että p olisi oikea. Niinmuodoin: Vaikka taivaalla havaitut ilmiöt kylläkin ovat johdettavissa Maan liikkumisen hypoteesista, ei tästä voi päätellä Maan todella liikkuvan.

- Niinmuodoin ei ole mitään perusteltua syytä luopua aikaisemmasta ja yleisesti hyväksytyistä kannasta, jonka mukaan emme voi Kuun yläpuolella sijaitsevasta maailmasta eli taivaasta sanoa muuta, kuin että se on kaikista maailmankaikkeuden osista 'täydellisin', 'kaunein', 'subtiilein' jne. Sen varsinainen käsitteellinen olemus jää ihmisjärjen saavuttamattomiin.

Kardinaali Bellarmino ja kopernikanismi

Olenaisesti saman asian esitti Collegium Romanumin esimies, katolisen kirkon tuolloinen pääideologi Roberto Bellarmino Paolo Foscarinille vuonna 1615 kirjoittamassaan kirjeessä.

[Ks. edellä luvussa 4.4.]

Nykyisin ei ole enää problemaattinen kysymys, onko Maa Aurinkoa kiertävä planeetta vai eikö ole. Meidän tulee soveltaa Bellarminon ajatuskulkua johonkin oman aikamme kosmologian rajakysymykseen. Esimerkiksi jos väitetään maailmankaikkeuden alkuhetkinä tapahtuneen jotain määrättyä, ja kysymme, mistä tämä tiedetään, niin vastaus on periaatteessa seuraava: Jos oletamme, että maailmankaikkeuden alkuhetkinä tapahtui väitetyn kaltaisia asioita, niin tästä seuraa, että maailmankaikkeuden nykytila on havaitun kaltainen. Tästä päättelemme, että maailmankaikkeuden alussa todella tapahtui sellaista kuin väitettiin.

Jos yrittäisimme tällä tavoin perustella tietoa maailman alkuhetkistä Bellarminolle, hän varmaankin pudistelisi päätään ja sanoisi: "Tehän putoatte samaan ajatusvirheen kuoppaan kuin minun aikamani eräs Galilei. Minä yritin kyllä selittää hänelle asian oikean logiikan, mutta hän oli harvinaisen kovakorvainen. Hänen suhteensa täytyikin ryhtyä muihin toimenpiteisiin."

Mitä me vuorostamme vastaisimme Bellarminolle? Vaikkapa jotain seuraavantapaista:

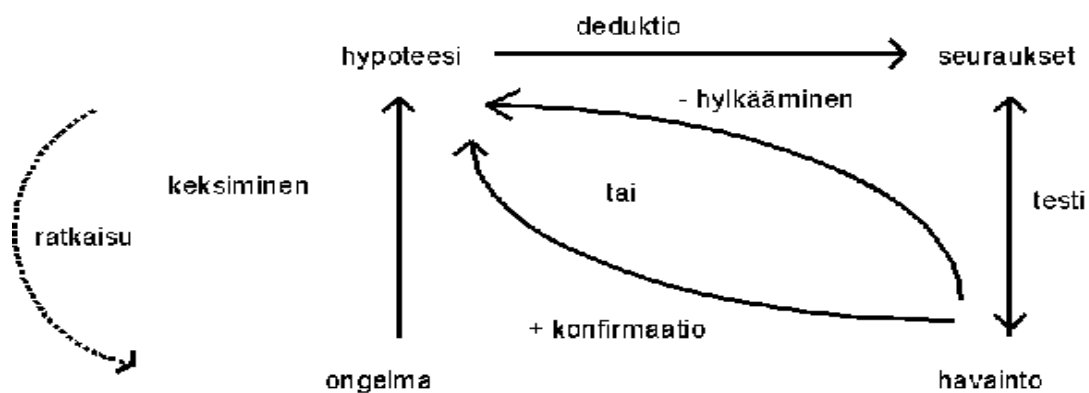
"Edellä esittämämme kritiikki kaataa tarvittaessa jokaisen vähääkään kiinnostavan tieteellisen teorian heti, kun joku tuntee halua sen kaatamiseen. Tieteessä tehtyjen väitteiden totuusarvoa ei voi mitata pelkästään formaalin logiikan punnuksin, vaan vedoten siihen, miten ne todistavat voimansa tieteen käytännössä. Pidämme Maan kiertämistä Auringon ympäri totuutena, koska tämän väitteen todeksi hyväksyminen osoittautuu lukemattomissa erilaisissa ja toisistaan riippumattomissa yhteyksissä välttämättömäksi. Muuten emme pystyisi muodostamaan luonnonilmiöistä vähääkään koherenttia kuvaa, emmekä pääsisi eteenpäin uusien havaintojen ja kokeiden suunnittelussa emmekä niiden tulosten tulkitsemisessa. Tällöin esille nousevien indikaatioiden ja argumenttien painoa saattaa usein olla vaikea perustella henkilölle, jolla ei ole kokemusta tieteen käytännöstä. Tällainen henkilö ei itse joudu vastaamaan spekulatioidensa yhteensopivuudesta empiirisen todellisuuden kanssa, ja sen takia hän halutessaan voi torjua minkä tahansa itselleen maailmankatsomuksellisista tai muita syistä epämieluisan, tieteen tavanomaisia menetelmiä käyttäen perustellun väitteen toteamalla, että sehän on vain hypoteesi."

(Lehti 1996, 220 – 224.)

Hypoteettis-deduktiivinen tieteenkäsitteily

- näkemys, joka ottaa huomioon havaintoon palautumattomien hypoteesien aseman tieteellisessä päättelyssä
- erottaa toisistaan hypoteesien keksimisen ja niiden perustelemisen
- hypoteettisuus: ratkaisu esitetään ensin olettamuksena, arvauksena, hypoteesina (=h)

- deduktiivisuus: hypoteesista johdetaan deduktiivisesti seurauksia eli testiennusteita ($=e$)
- havainnoin ja kokein tarkastetaan, pitävätkö hypoteesin deduktiiviset seuraukset yhtä tosiasioiden kanssa



Maa ei liiku eikä lepää

Himanka, Juha, *Se ei sittenkään pyöri. Johdatus mannermaiseen filosofiaan*, Tammi, Helsinki 2002.

Saksalainen filosofi Edmund Husserl (1859–1938) syventyi 1800-luvun lopulla siihen, mikä on meille lähtökohtaisin todellisuus. Maailma aukenee meille useilla eri tavoilla, ja eri ihmiset pitävät näitä vaihtelevasti vakuuttavina. Yksi uppoutuu parhaiten matematiikan maailmaan, toinen taas kuvataiteen. Husserl päätyi näkemykseen, että olemme taipuvaisia pitämään yhtä maailman mallia eräänlaisena perusmaailmana. Tätä luonnollisimman perusmaailman asettavaa asennetta Husserl kutsui ”luonnolliseksi”. Luonnollisen asenteen pohjalle rakentuvat esimerkiksi tieteet teorioineen. [...]

Normaalisti luonnollinen asenne on itsestään selvä lähtökohta yhteisen maailmamme tarkasteluille. Husserl kuitenkin päätyi oivaltamaan, että ajattelun on lähdettävä liikkeelle syvemmältä, vielä luonnollista alkuperäisemmästä todellisuudesta. Luonnollisen asenteen maailma ei itse asiassa ole lähtökohtaisesti kokemamme todellisuus. Tätä alkuperäistä todellisuutta selvittämään hän kehitti uuden filosofisen suuntauksen, jonka nimesi fenomenologiaksi.

(Himanka 2002, 11.)

Husserlin todistus maan liikkumattomuudesta on 1900-luvun oudoimpia tutkimustuloksia, ja fenomenologi tiesi itsekkin tässä asettuvansa alttiiksi pilkalle. Käsitys Maan liikkeestä on länsimaisen maailmankuvan peruslähtökohtia. Husserl ymmärsi, että tutkimus nähtäisiin filosofisena ylimielisyytenä, turhana saivarteluna itsestäänselvyyksistä.

(Himanka 2002, 105.)

Ohessa katkelma Juha Himangan kirjoituksesta ”Se ei edelleenkään pyöri”, joka on julkaistu *Tieteessä tapahtuu* -lehdessä 5/2004 (myös internet-osoitteessa <<http://www.tieteessatapahu.fi/0504/himanka.pdf>>):

Wienin luennossaan Husserl toteaa, että Einsteinin mullistavat löydöt liittyvät fysiikan objektivoituun luontoon, eivätkö muokkaa sitä aikaa ja tilaa, jossa elämme. Sama pätee jo kopernikaaniseen kumoukseenkin. Vaikka Maa tieteen kokeellisesti todistetuissa malleissa on tulkittavissa liikkuvaksi, se ei kokemuksessani ole lähtenyt vinhaan liikkeeseen. Kun Newtonin käsitys absoluuttisesta tilasta paljastui epätieteelliseksi viimeistään Ernst Machin selvityksissä, kyseenalaistui samalla myös Maan liike. (Newtonillehan pyörimisliike on absoluuttisen liikkeen paradigma ja keskeinen perustelu absoluuttiselle tilalle). Avaruuslennoista huolimatta meillä ei myöskään edelleenkään ole kokemusta Maan liikkeestä. Avaruuslennot eivät siis ainakaan vielä ole tehneet meistä maasyntyisistä avaruusolentoja. Lyhyesti: käsitystä, että Maa absoluuttisesti liikkuisi ei tue tutkimus eikä kokemus. Kun luonnontieteilijä (Kari Enqvist, *Näkymätön todellisuus*, 138) väittää Maan kiertävän Aurinkoa vastaavasti kuin nämä rivit ovat olemassa, hän nähdäkseni joko 1) harhauttaa lukijaa puolustaen ”totuutta” totuuden kustannuksella; 2) tekee alkeellisen virheen; 3) kirjoittaa postmodernia tajunnanvirtaa tieteellisen tekstin nimissä.

Tieteellisestä ongelmallisuudestaan huolimatta Maan liike on kuitenkin maailmankatsomuksemme tukijalkoja. Ilmeisesti tämä on tausta sille, että suomalaisissa luonnontieteen popularisoinneissa (Kari Enqvist, Raimo Lahti, Hannu Karttunen) Maan liike esitetään dogmaattisesti absoluuttisena faktana – melkoinen karhunpalvelus tieteelle. Uskoisin kuitenkin tiedeyhteisön yhtyvän näkemykseen, että myös laajemmalle yleisölle suunnatuissa tiedekirjoissa tietona on hyvä esittää vain tutkimuksen tiedoksi osoittamia väitteitä. (Ja tähän ei nähdäkseni riitä, että tiedeyhteisö on pitänyt väitettä oikeana vuodesta 1851 vuoteen 1883.) Filosofian piirissä totuuteen liittyy myös vastuu argumentaation ja ilmeisyyden perusteellisesta itse-ajattelusta. Tässä suhteessa Maa on mielenkiintoinen koetinkivi.

Vallitsevan kopernikaanisen maailmankuvan keskellä Husserl kysyy, onko maailmankatsomus – yleisjäsenitys maailmasta, jossa elämme – joka ei liity kokemukseemme, asiallinen? Hän selvittää kysymystä Maasta ankarana tieteellisesti, perimmäistä menetelmää tiukasti seuraten. Lopputulos on, että Maa ei liiku eikä lepää. Näkisän, että samaan tulokseen päättyy mikä tahansa huolellinen transsendentaalitutkimus. Maa on liikkeen ja levon mahdollisuuden

ehto, ja näin liikkeen ja levon mahdollisuudet eivät vielä koske Maata. Ero fenomenologian ja muun transsendentaalifilosofian välillä tulee esiin vasta, kun tulkitsemme tuloksen merkitystä.

Vanhan määritelmän mukaan fysiikka on yksinkertaisuutta tavoitteleva teoria liikkeestä ja levosta. Husserlin transsendentaalifilosofinen tarkastelu, joka selvittää liikkeen ja levon mahdollisuutta, ei näin kuulu fysiikan piiriin, eikä kyseenalaista sen tuloksia. Mikä sitten on tuon transsendentaalitutkimuksella saavutetun liikkumattoman Maan asema ja merkitys? Husserl ja fenomenologia näkevät tämän koetun Maan olevan väistämättä ja ohittamatta etusijalla. Se objektiivinen tutkimus, joka selvittää objekteja kokeellisteoreettisesti, saa arvon ja mielen vasta, kun se suhteutetaan kokemukseemme ja elämäämme. Aloittaessaan puhtaalta pöydältä fenomenologia ei näin ylenkatso tiedettä vaan pyrkii palauttamaan sen aidosti merkitykselliseksi osaksi kokemustamme ja elämäämme. Kuinka näin selvennetty fenomenologia sitten eroaa analyttisestä filosofiasta? Nimitykset 'analyttinen filosofia' ja 'mannermainen filosofia' eivät ole onnistuneita. Olisikin ehkä parempi puhua 'kielifilosofiasta' ja 'fenomenologiasta'. Nimitettäköön perinteitä kuinka tahansa, Aristoteleen jäsenitys tavoittaa asetelmasta olennaisen: "Yhden teorian todistuksen ovat vastakkaisen ongelmia." (279b) Kielifilosofia asettaa lähtökohtansa suhteessa tavoitteisiinsa ja fenomenologia tekee samoin. Lähtiessään kielestä filosofia on jo valmiiksi objektiivista ja ylittää siten solipsismin ongelmat. Fenomenologian kannalta tässä on suuri vaara alkaa ymmärtää ajattelu taidoksi erottaa oikeassa olevat väittämät vääristä. Etsiessään tätä alkuperäisempää käsitystä totuudesta – luonnollinen asennehan ei ole väärässä – fenomenologian on kuitenkin vaikea näyttää todellistumisen yleispätevyys. [...]

Keskustelu on jatkunut, ks. mm. *Tieteessä tapahtuu* 3, 4-5, 7/2010, 8/2011, 3/2013, Tiina Raevaara, "Filosofin väärinymmärrykset", *Suomen Kuvalehti*.

Esim. Eero Rauhala, "Voisivatko fyysikotkin ymmärtää fenomenologiaa?", *Tieteessä tapahtuu* 8/2011:

"Niin Himanka, Enqvist kuin Valtaojakin elävät arkielämän monitasoisessa todellisuudessa. Kaikki ovat vuorovaikutuksessa paitsi tieteen, myös yhteiskunnan, arvojen, kulttuurin ja muiden ihmisten kanssa. Enqvist ei voi palauttaa kaikkea hänelle ilmenevää todellisuutta fysikaaliseksi tapahtumiseksi, eikä Himanka elä pelkästään hänelle välittömästi ilmenevässä elämismaailmassa. Konsertissa tai taidenäyttelyssä Enqvist ei suorita taidenautinnon fysikalistista reduktiota atomeiksi tai kvarkeiksi, vaan elää kokemusta sellaisenaan. Mutta luonnontieteen ja tekniikan sovelluksiakaan ei pääse pakoon. Himanka käyttää varmaankin matkapuhelinta, mahdollisesti myös navigaattoria ja luottaa siis sekä kvanttimekaniikan että yleisen suhteellisuusteorian sovellusten toimivuuteen. Pelkkä elämismaailma ei riitä hänellekään.

Helsingin yliopiston strategiassa keskeisenä arvona esitetään ”pyrkimys tietoon ja totuuteen”. Fenomenologia tarjoaa tietoon ja totuuteen näkökulman, jossa tähdentyy ihminen ja ihmisen suhde maailmaan. Se antaa mahdollisuuden myös fysiikan ja muiden luonnontieteiden perusteiden uudelleenymmärtämiseen. Fenomenologia voisi perustella, miten fysiikka, luonnontiede tai tieteellinen maailmankuva yleensä eivät riitä käsitykseksi todellisuudesta.”

Helsingin Sanomat 9.5.2013:

Himangan mukaan debatin siemen kylvettiin vuonna 2002, kun hänen kirjoittamansa *Se ei sittenkään pyöri* ilmestyi.

Tammen kustantama teos käsitteli sitä, voidaanko Maan sanoa kiertävän Aurinkoa vai päinvastoin.

"Suhteellisuusteorian mukaan asian voi nähdä molemmin päin", Himanka sanoo.

Enqvistin mielestä epäselvyyttä ei ole, ja viittaa jo aiemmin käytyyn keskusteluun:

"Hän [Himanka] ei ole tajunnut, että Maa kiertää Aurinkoa sen gravitaation takia."

Himanka myöntää, että "luonnontieteiden voittokulku on ollut hämmentävän hieno", mutta perää ennen kaikkea pelisääntöjä, joilla akateemista keskustelua käydään.

"Tiedettä popularisoivia teoksia pitää ehdottomasti tehdä. Mutta jos aletaan väittää asioita ilman perusteluja, pitää selkeästi ilmaista, että kyseessä on spekulatio."

"Luonnontieteet eivät todennäköisesti ratkaise meidän elinaikanamme vaikkapa ihmissuhteisiin ja rakkauteen liittyviä ongelmia, joista Enqvist ja Valtaoja niin varmaan sävyyn kirjoittavat. Siksi ihmisten on edelleen syytä pohtia perustavanlaatuisia kysymyksiä."

Kriittisen tieteellisen realismin peruspiirteet

1. On olemassa ihmismielestä (ainakin osittain) riippumaton todellisuus.
2. Totuus on vastaavuussuhde kielen ja todellisuuden välillä (ja näin suhteellinen kuhunkin kieleen).
3. Totuuden ja epätotuuden käsitteet soveltuvat periaatteessa kaikkiin tieteen lauseisiin (siis myös teoreettisia termejä sisältäviin lauseisiin). Teoriat pyrkivät vakavissaan kuvaamaan todellisuutta.
4. Totuus on (eräs) tieteen keskeinen päämäärä, jota kohden se pyrkii.
5. Kaikki tieto todellisuudesta on erehtyväistä. Parhaimmatkin tieteelliset teoriat voivat olla epätosia, ja koko totuus saattaa olla saavuttamaton.

Todellisuudesta voidaan kuitenkin saavuttaa tietoa; se ei ole täysin tuntematon. Tieteen teorit voivat parhaimmillaan lähestyä totuutta.

6. Tieteen käytännöllisen menestyksen paras selitys on, että teorit ovat olleet merkityksellisiltä osin likimäärin tosia. On siis perusteltua olettaa, että tiede on edistynyt.

(Luettelo laadittu Ilkka Niiniluodon artikkelin "The Varieties of Realism" (1987) pohjalta; vrt. Niiniluoto, Ilkka, *Critical Scientific Realism*, 1999, s. 10.)