

Tieteen ja tiedon perusteet

3. Tieteellinen päättely

Tomi Kokkonen

11.–18.9.2023

Mitä on “tieteellinen päättely”

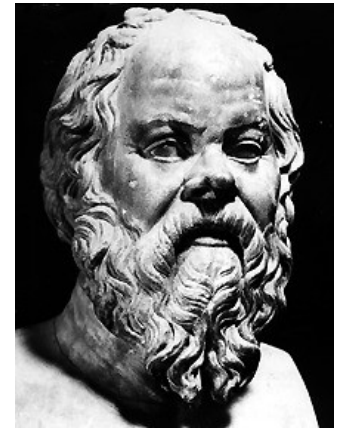
Sen päättelyä, mitä maailmassa on ja miten maailmassa olevat asiat toimivat

- filosofinen tutkimuskohde: miten tämän päättelyn *logiikka* toimii
- ei tieteellisen psykologian tutkimusta eikä tutkimuksessa käytettyjä päättelysääntöjä

Päättelyn lähtökohtana havainnot – mutta pelkät havainnot eivät riitä

- havaitsemisprosessin luotettavuuteen liittyvät ongelmat
- metodologisia kysymyksiä: mitä mistäkin havainnosta voi päätellä? mikä on teorioiden rooli havaitsemisessa?
- periaatteellisia kysymyksiä: mikä on teorioiden ja muun tiedon välittämän *tieteellisen kuvan* ja tutkijasta riippumattoman maailman suhde?

Päätelyn kaksi muotoa: Deduktio ja induktio



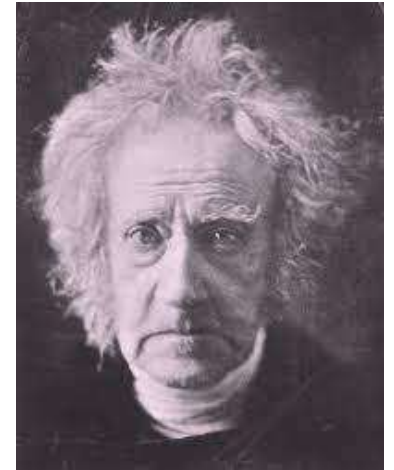
Deduktiivinen päättely (esim. matematiikka, formaali logiikka):

- **pätevää** (= säilyttää totuuden), muttei tuota tietoa
- jos **premissit** ovat tosia, **johtopäätös** on tosi *loogisen muodon* perusteella
- esim. kaikki ihmiset ovat kuolevaisia ja Sokrates on ihminen, joten Sokrates on kuolevainen:
 $\forall x H(x) \rightarrow K(x), H(S) \vdash K(S)$

Induktiivinen päättely: lisää premisseihin, mutta (joten) ei ole pätevää (säilytä totuutta)

- ”Kaikki tähän asti nähdyt joutsenet ovat valkoisia, joten kaikki joutsenet ovat valkoisia.”
- ” $\frac{3}{4}$ kyselyyn osallistuneista opiskelijoista oli tyytyväisiä. Siis $\frac{3}{4}$ opiskelijoista on tyytyväisiä.”
- ”Yliopiston opiskelijoista puolet on naisia. Siis tämän luennon opiskelijoista puolet on naisia.”
- ”Yhdisteillä A ja B tunnetaan joukko jaettuja ominaisuuksia, joten niillä on varmasti muitakin jaettuja ominaisuuksia.”
- kaikki tieteellinen *tietoa lisäävä* (= *ampliativinen*) tieteellinen päättely on induktiivista

Induktivismi



Empiristinen näkemys tieteestä – ”suora” induktio (→ induktiv**ismi**)

Perusajatus: kerätään ja luokitellaan havaintoja, tehdään niistä päätelmiä, kerätään lisää havaintoja päätellyn pohjalta

John Herschel (1792–1871): mekanismi on ilmiön syy, jos voidaan osoittaa, että:

- 1) se on olemassa ainakin joskus
- 2) se kykenee tuottamaan oikeanlaisia vaikutukset (tutkituissa tapauksissa)
- 3) sen vaikutus kykenee selittämään laajan joukon (yleistettyjä) havaintoja

Charles Darwin: *Lajien synty* (1859)

- 1) valikoitumismekanismin osat (perinnölliset erot, kamppailu olemassaolosta) olemassa
- 2) mekanismin vaikutukset eläinten ja kasvien jalostuksessa
- 3) empiiristä evidenssiä yhteisen polveutumisen näköisistä säännönmukaisuuksista, jotka luonnonvalinnan mekanismi kykenee selittämään

Induktivismin ongelmia

- 1) Mihin ylipäätään pitäisi kiinnittää huomiota?
 - havaittavia asioita lukematon määrä – oltava käsitys siitä, mikä kohteessa on *oleellista*
 - mitkä oliot luokitella ”samaksi”?
- 2) Pelkän positiivisen tuen olemassaolo ei riitä
 - havaintojen yhteensopivuus väitteen kanssa ei riitä: samat havainnot voivat sopia yhteen useiden (myös vielä keksimättömien) hypoteesien kanssa
- 3) Havainnon teoriapitoisuus – tästä lisää kohta
- 4) Induktiivisen päättelyn ongelmat
 - pelkkä induktiivinen päättely ei ole pätevää – miten yleistäminen oikeutetaan?
 - Hempelin korppiparadoksi

Korppiparadoksi

Mikä tahansa evidenssi, joka konfirmoi hypoteesia H, konfirmoi myös mitä tahansa *loogisesti ekvivalenttia* hypoteesia

”Kaikki korpit ovat mustia”



“Kaikki ei-mustat asiat ovat ei-korppeja”

Ornitologiaa sisätiloissa: valkoisen kengän havaitseminen tukee väitettä, että kaikki korpit ovat mustia!

Mikä on korppiuden ja mustuuden suhde?



Luonnolliset luokat

Luonnolliset luokat: jotkin luokittelut vangitsevat sen, miten maailma rakentuu

- kaikki luokan edustajat jakavat välttämättä joukon ominaisuuksia
- tukee yleistysten tekemistä, voivat olla luonnonlakien kohteena

Ovatko korpit luonnollinen luokka?

- olemusajattelu vs. populaatioajattelu
- on muita tapoja ajatella luonnollisia luokkia



Empiirinen data vai mekanistinen tieto?

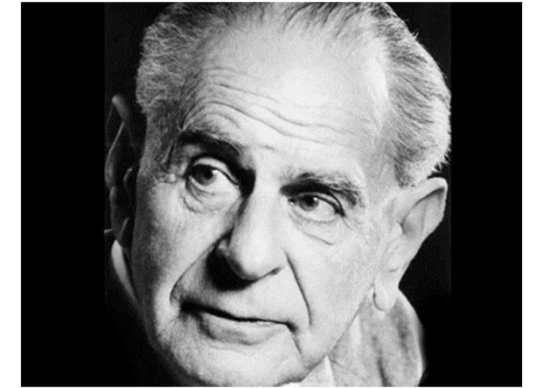
Empiirinen tilastollisesti pätevä väite: ”Lisääntymisiässä olevat naiset, jotka käyttävät e-pillereitä, saavat vähemmän verentukoksia.”

- eli e-pillerit ehkäisevät verentukoksia?
- eivät – jotkut tyypit suorastaan *aiheuttavat* niitä

Osavaikutukset vs. kokonaisvaikutus – vaikutuksen aiheuttavien mekanismien yksityiskohdat tärkeitä

- e-pillerit **aiheuttavat** verentukoksia
- e-pillerit **ehkäisevät** raskauksia
- raskaudet **aiheuttavat** verentukoksia

Falsifikationismi



Karl Popper (1902–1994):

- induktio on epäpätevää
- tiede ei pyri todistamaan oikeaksi, vaan *kumoamaan virheellisiä arvauksia*
- tiede on *ongelmakeskeistä*, eikä siten *ala* havaintojen keräämisellä, vaan oletuksilla
- tieteellinen tieto aina luonteeltaan *hypoteettista*
- demarkaatio (rajanveto): **falsifioitavuus** tieteen kriteeri

Popperin perustavat oivallukset:

- tieteellisen teoretisoinnin tulisi tehdä rohkeita ennusteita
- havaintoaineistoa tulisi etsiä *kumoamiseen*, ei *tukemiseen*

Falsifikationismin ongelmia

Kaikki tieteelliset väitteet eivät ole falsifioitavissa

- rajoittamattomat olemassaoloväitteet: ”on olemassa Adromedan kokoinen musta aukko”
- tilastolliset väitteet: yksi vastaesimerkki ei kumoa (esim. tupakka ja keuhkosityöpä)

Onko falsifikationistin mahdollista *tietää* mitään?

- millä perusteella tehdään käytännön valintoja?

Yleensä teoria hylätään vasta, kun löydetään parempi

- **anomaliat** (poikkeamat) pyritään selittämään pois **apuoleuksilla** (lisäoletuksilla, joiden olettamista pidetään perustellumpana kuin koko teorian hylkäämistä)
- miten teoriat kehittyvät falsifikationistisen mallin mukaan?

Esimerkki tieteellisestä päättelystä: Semmelweis ja lapsivuodekuume

Ignaz Semmelweis (1818–1865)

- Wienin kättilösairaalan johtaja

Lapsivuodekuume:

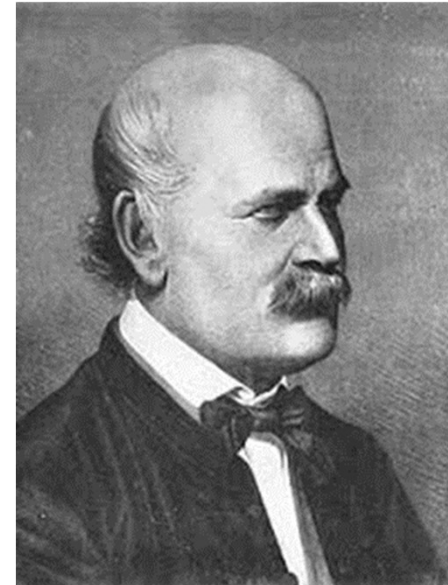
- hengenvaarallinen sairaus, jonka saattoi saada synnyttämisen jälkeen
- nykytiedon mukaan bakteerin aiheuttama

Klinikka I

- lääkäreiden opetusosasto, kuolleisuus 9,9 %
- synnyttäminen yhtä vaarallista kuin keuhkokuume!

Klinikka II

- kättilöiden hoidossa, kuolleisuus 3,4 %



Selitysyriytyksiä

”Miasmat”

- tuulen mukana kulkeutuvat myrkkyhuurut (1800-luvun selitys kulkutaudeille)
- tilastot osoittivat, että kuolemat eivät korreloi sään kanssa

Tilanahtaus

- klinikka II todellisuudessa ahtaampi

Klinikoilla synnytettiin eri asennoissa

- asennon vaihtaminen ei auttanut

Osaston läpi kulkeva papin kulkue

- kulkureitin muuttamisella ei vaikutusta

Virallisen komission selitys: ulkomaalaisten opiskelijoiden kovakouraisuus

- (ulkomaalaisten) opiskelijoiden vähentäminen ei vaikuttanut



Johtolankoja

Kuolemat tapahtuivat usein riveittäin

Vaikea synnytys lisäsi riskiä

Lapsi sairastui vain, jos äiti sairastui

Kuolemat vähenivät, kun potilaat siirrettiin väliaikaisesti muualle

”Katusynnyttäjät” eivät saaneet lapsivuodekuumetta

Tohtori Kolletschan kuoleman kulun samankaltaisuus lapsivuodekuumeen kanssa

- sairastumisen syynä ruumiinavauksen aikana saatu haava

Semmelweisin hypoteesi

Taudinaiheuttajat peräisin kuolleista ruumiista

- opiskelijat osallistuivat myös ruumiinavauksiin
- vesi ja saippua eivät riitä käsienpesuun?

Toimenpide: käsien pesu klooriliuoksella

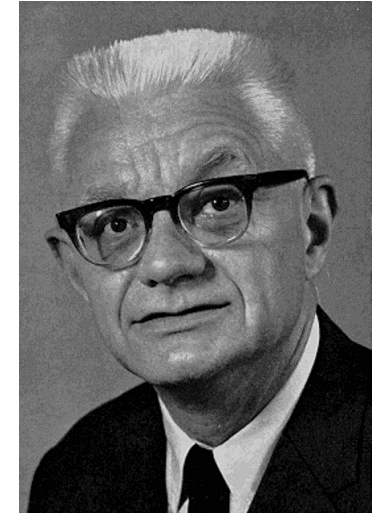
- tulos: kuolleisuus 1,3 % (molemmat klinikat)

Vastaesimerkki: kaksi uutta epidemiaa

- **vaihtoehtoiset selitykset**: toisen syynä märkivä kohdunkaula, toisen syynä märkivä luumätä potilaan jalassa
- **hypoteesin täsmennys**: taudinaiheuttajat voivat olla peräisin myös märkivistä haavoista



Hypoteettis-deduktiivinen menetelmä



Teoria tieteellisten väitteiden *oikeuttamisesta* havainnoilla

- keksimisen/löytämisen ja oikeuttamisen kontekstit ovat erilliset

Esim. Carl Hempel (1905–1997)

Oppikirjojen “tieteellinen menetelmä”:

- **hypoteeseja** (oletus) arvioidaan *johtamalla niistä havaittavia seurauksia* (**deduktio**) ja vertaamalla näitä seurauksia havaintoihin
- hypoteesit liittyvät yleensä asioihin, joita ei voi havaita suoraan: yleistyksset, taustasyyt, kausaaliset suhteet (syy–vaikutus: ei vain *korrelaatio*)

Kokeellisen tutkimuksen idea: hypoteesin seurauksia testataan kontrolloidusti

- ei-kokeellisessa tutkimuksessa havaintoaineiston kerääminen, valikointi ja analysointi voi jäljitellä samaa *logiikkaa*, mutta se on vaikeampaa

Hypoteesien testaaminen

- 1) Teoreettinen päättely havaittavista seurauksista (**ennustaminen**)
- 2) Havaintoaineiston kerääminen / tuottaminen
- 3) Oletusten ja havaintoaineiston vertailu

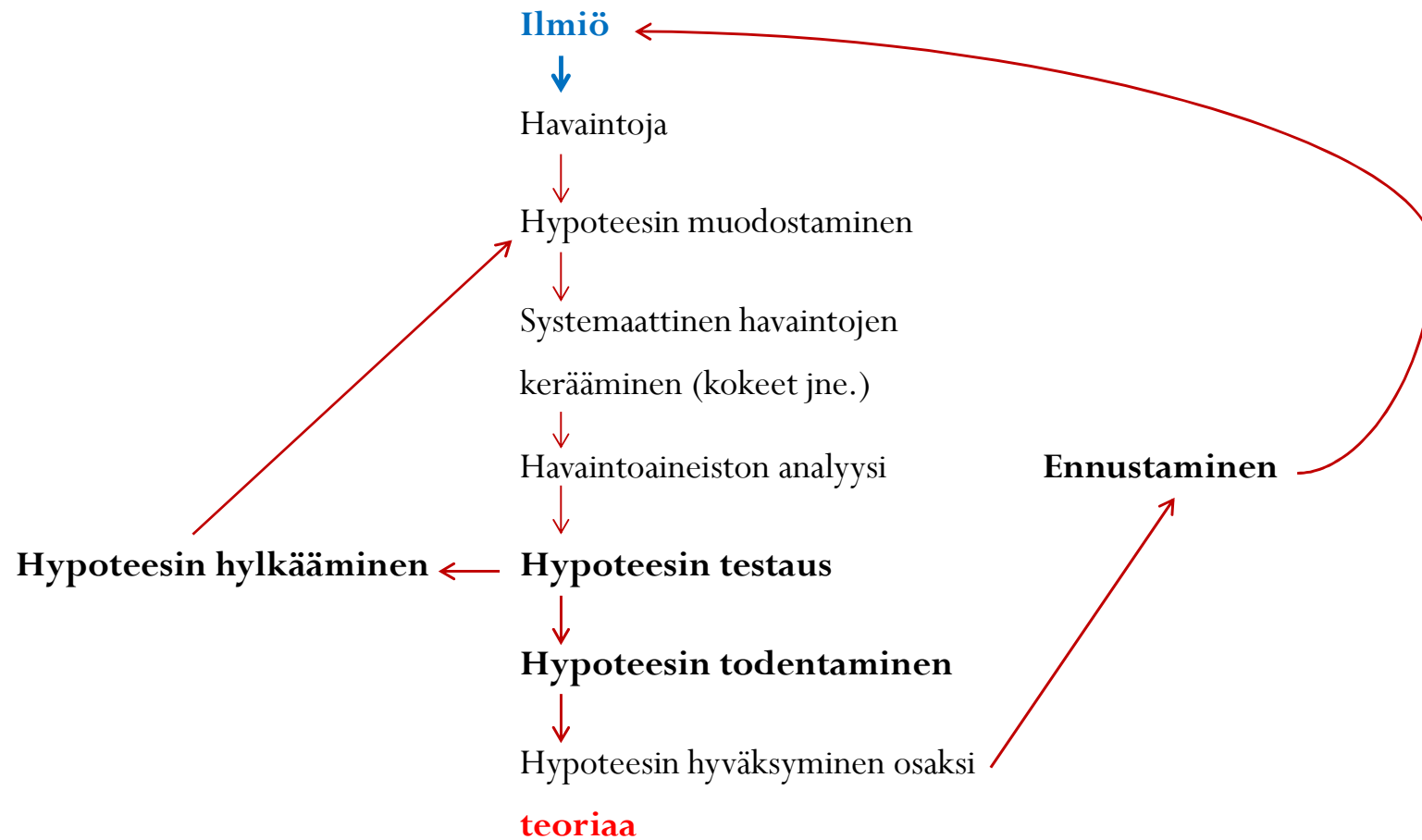
Havaintoaineisto voi tukea (**konfirmoida**) oletusta, muttei koskaan *todistaa* sitä

- mitä enemmän konfirmaatiota, sen luotettavampaa
- tieto tutkittavista ilmiöistä on *epäsuoraa*

Havaintoaineisto voi periaatteessa kumota (**falsifioida**) oletuksen

- mutta: yksittäinen yhteensopimaton havainto ei yleensä kumoa koko teoriaa: esim. Semmelweisin apuoletukset

Tutkimuksen kulku



Ankara testaaminen

Pelkkä havaintoaineiston *yhteensopivuus* ei riitä: ne eivät tue hypoteesia suhteessa hypoteesin paikkansapitämättömyyteen

Uudet ennusteet testinä: hypoteesista seuraa jotain, mitä ei jo tiedetty, joka ei olisi odotettavissa ilman hypoteesia

Oleellista on, että todistusaineisto on todennäköisempää silloin, kun hypoteesi on totta kuin mitä jos se ei ole totta

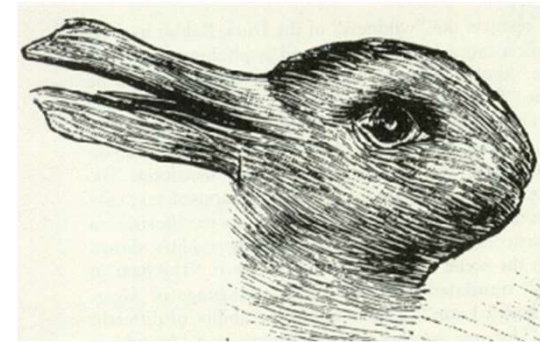
Evidenssi e tukee hypoteesia H , jos $P(e | H)$ on korkea ja $P(e | \neg H)$ on matala

→ Hypoteesin testaamiseen tarvitaan apuoletuksia havaintotilanteesta

Havainnon teoriapitoisuus

Ei ole olemassa ”puhtaita” havaintoja

- näemme kaiken aina jonakin
- käsitteet, hahmotustavat ja oletukset ohjaavat havaintoa
- tiede pyrkii tarkempiin ja täsmällisempiin havaintoihin ja kiertämään yksilöpsykologiset rajoitteet, mutta...

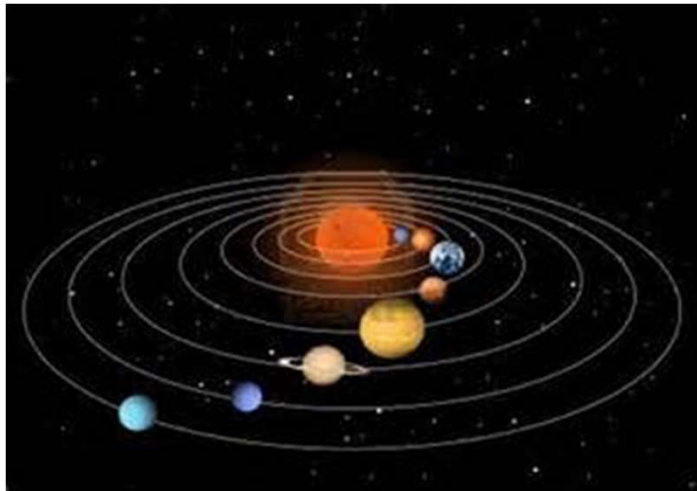


- 1) Havainnolla on aina teoreettista sisältöä
 - havaintoaineiston teoreettinen tulkinta: mitä datassa ”nähdään” (jäsenitys), mihin kiinnitetään huomiota (rajaus)
- 2) Teoreettiset oletukset ohjaavat tutkimuskysymysten, kohteiden ja aineiston valintaa, mikä rajoittaa uuden tiedon löytämistä tutkimuskohteesta
- 3) Havainnot tulkitaan teoreettisesti tehtäessä päätelmiä ilmiöistä

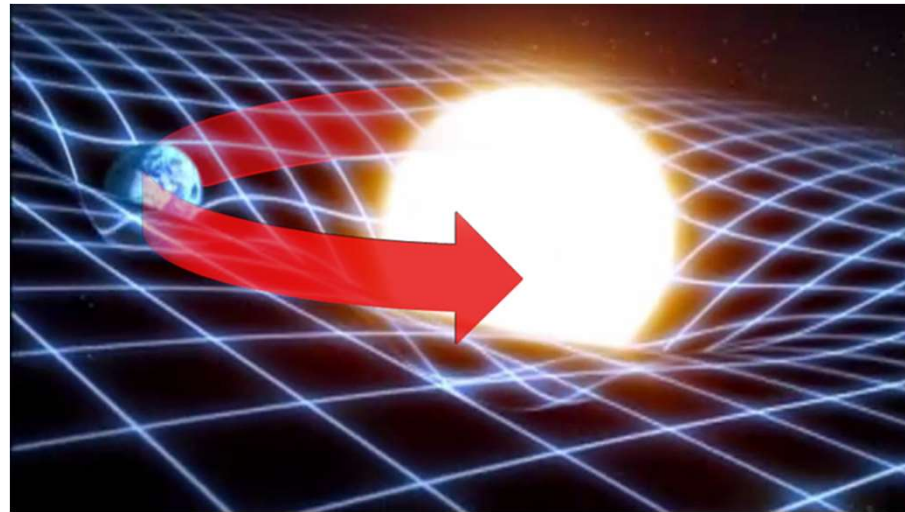
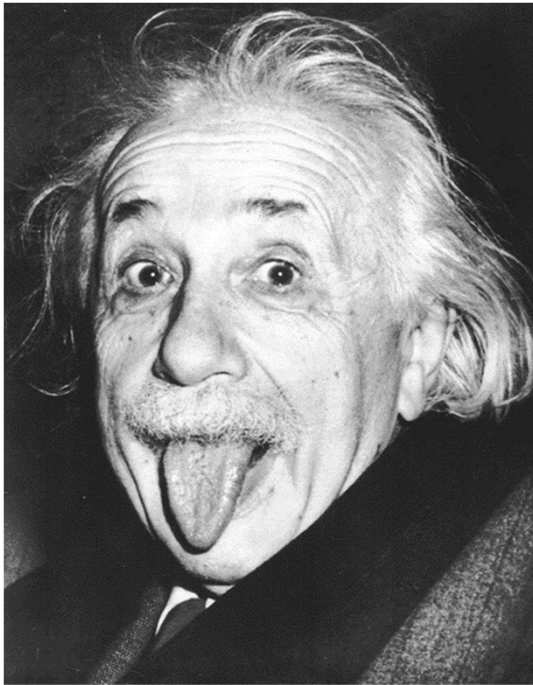
Havainnon teoriapitoisuus ja teorian ”pelastaminen havainnoilta”

Ongelmat Newtonin mekaniikan ennusteissa planeettojen radoista

- onko teoria väärä?
- vai ovatko oletuksemme planeetoista vääriä?
- ongelmat Uranuksen radassa – Neptunus
- ongelmat Merkuriuksen radassa – Vulcanus



Einstein: Newton oli väärässä!



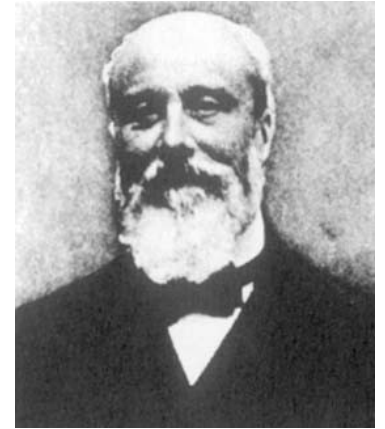
Teorioiden empiirinen alimääräytyneisyys

Duhem–Quine-teesi

- havainto tai koe ei ratkaise hypoteesin kohtaloa yksin, vaan osana koko teoriaa ja yhdessä apuhypoteesien ja havaintotilannetta koskevien oletusten kanssa (Pierre Duhem (1861–1916))
- jos havainnot ovat ristiriidassa, jossain on vika, mutta periaatteessa minkä tahansa hypoteesin voi pelastaa tekemällä muutoksia muualla systeemissä (W.V.O. Quine (1908–2000))

Teoriat ovat empiiristen havaintojen alimääräämiä = kahden teorian välillä ei välttämättä ole *empiiristä* eroa

- emme myöskään tiedä, onko parhaalla teoriallemme vielä keksimätöntä vaihtoehtoa

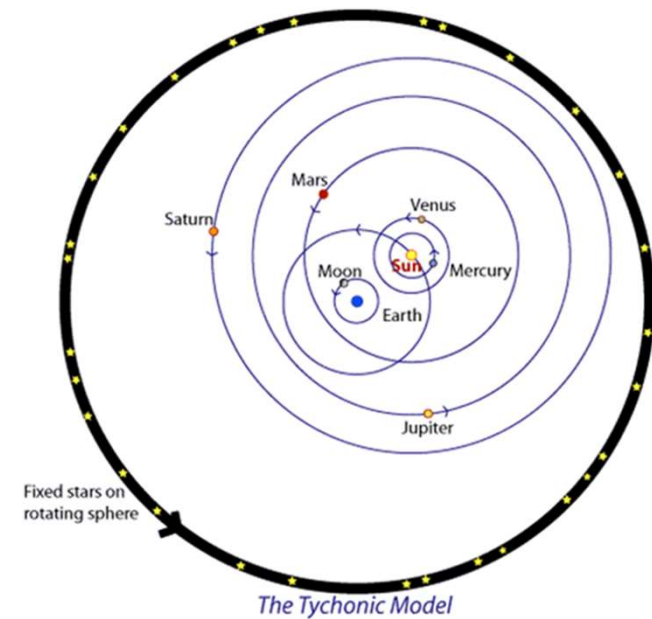
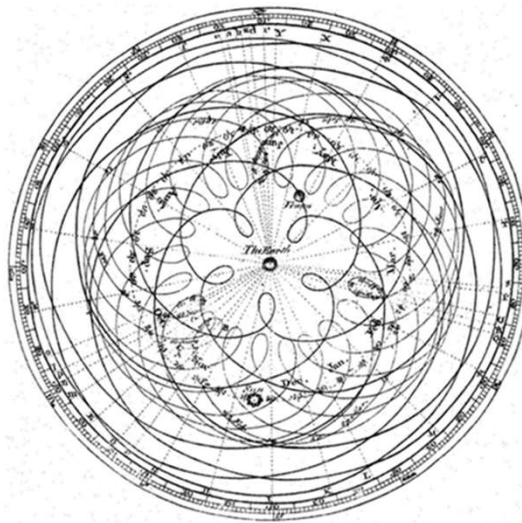
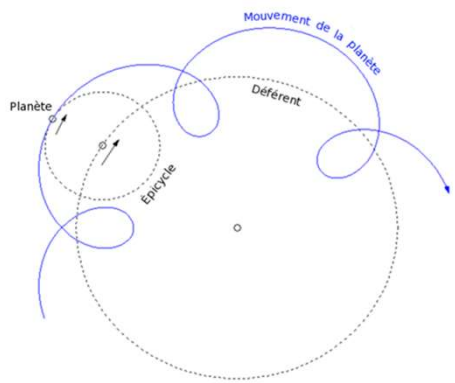


Esimerkki: Maakeskeinen tähtitiede

Havainnot eivät sovi yhteen oletuksen kanssa → vaihtoehtoisia ratkaisuja:

Episyklit:

Ratojen järjestely uudelleen:



Esimerkki: Flogistonteoria palamisesta

Flogistonteoria: palaessa aineesta irtautuu flogistonia

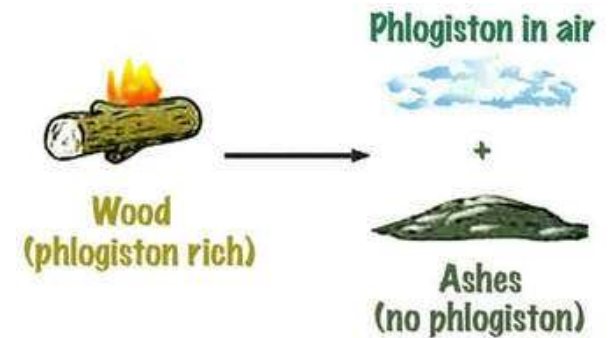
Happiteoria: palaessa aineeseen yhyy happea

Argumentti hapelle:

- kynttilä sammuu lasikuvun alla
- tämä tarkoittaa, että happi loppuu

Flogistonteorian vastaus:

- ei, vaan ilma on flogistonin kyllästämä





Joseph Wright of Derby: "An Experiment on a Bird in the Air Pump" (1768)

Mitä ovat käsitteet?

Sana – käsite – tarkoite

- käsite: merkityssisältö (*intensio*)
- sana/termi: merkitsijä merkityssisällölle
- tarkoite: käsitteen ala / termin viittauskohde (*ekstensio*)
- sama sana voi merkitä useita käsitteitä, kaksi eri käsitettä voi viitata samaan kohteeseen: iltatähti ja aamutähti

Kolme käsitteen käsitettä

- ”kognitiivinen” käsite: *representatio*, käsite osana ihmisyksilön kognitiota
- ”lingvistinen” käsite: kieliyhteisön merkitys *lekseemille* (rajoittamaton)
- ”tekninen” käsite: rajattu merkitys esim. tutkimustarpeeseen



Teoreettinen kieli

Teknisiä termejä ja teknisen merkityksen saaneita luonnollisen kielen sanoja

- luonnollisesta kielestä ei löydy ilmaisuja, koska tutkimuskohde ei kuulu arkikokemukseen (alkeishiukkaset, sosiaaliset ilmiöt)
- luonnollisen kielen sanat liian epämääräisiä, ei riittävää erottelukykyä
- kaikki termit eivät nimeä ”olioita” tai ilmiöitä

Sama sana voi tarkoittaa eri asioita eri tieteenaloilla

- riippuu tutkimustarpeista ja tutkimuksen kulusta
- esim. ”kulttuuri”: ”onko joillakin eläimillä kulttuuri?”, ”suomalainen ruokakulttuuri”, ”oletko kiinnostunut kulttuurista?”
- sukupuoli: biologinen ominaisuus ja sosiaalinen konstruktio

Tieteen kielen kaksitasoteoria

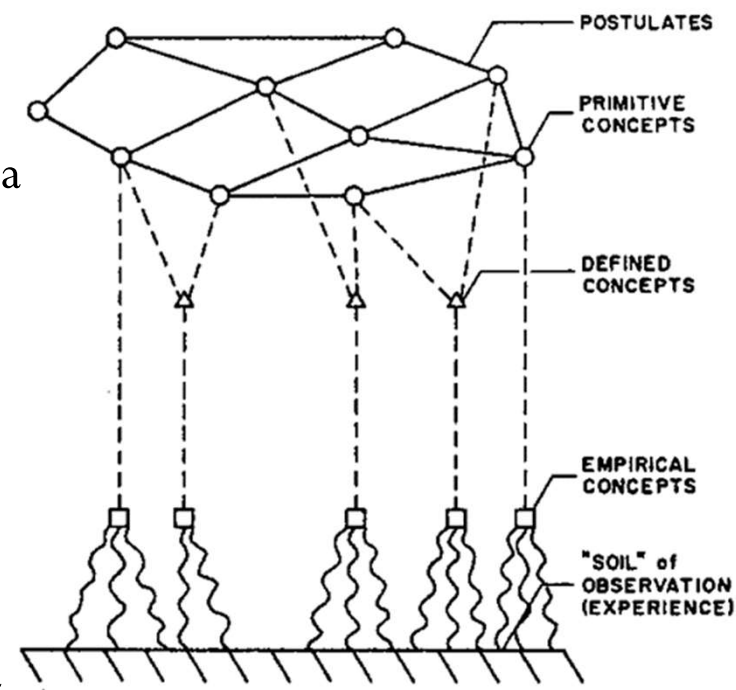
Looginen positivismi (looginen empirismi, uuspositivismi)

- kaikki tieto palautuu suoraan empiriaan
- Wienin piiri 1920-luvulla, katosi 1970-luvulle tultaessa
- keskeinen vaihe tieteenfilosofian kehityksessä

Havaintokieli: kuvaa (vain) havaintojen sisältöä

Teorettinen kieli: tieteen ”tekninen” kieli

- semanttinen empirismi (*verifikationismi*): kaikki merkitys palautuu havainnoilla todettaviin sisältöihin, muuten väitteet *mielettömiä*
- *käännettävyysteesi*: teoreettiset käsitteet mielekkäitä vain, jos ne voidaan kääntää havaintokielelle
- tehtävä ”lyhentää” ilmaisuja ja jäsentää havaintoja



Feigl's picture of the logical empiricist view of theories
(From Feigl 1970; reproduced courtesy
of University of Minnesota Press)

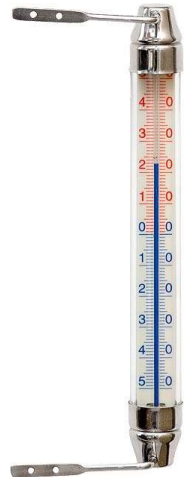
Kaksitasoteorian ongelmia

Semanttinen empirismi ei toimi

- mittakäsitteet: eri mittaustavat, eri käsitteet?
- *dispositiokäsitteet* (särkyvä) eivät palaudu havaintoihin
- merkitysholismi: käsitteiden yhteydet

Havainnon teoriapitoisuus

- raja havaintojen ja teoreettisten oletusten välillä ei ole selvä: havaintoinstrumentit?



Instrumentalism vai realismi?

Jos teorit eivät ole vain kuvaa empiristä todellisuutta, mistä niissä on kyse?

Instrumentalism

- teorit ovat työkaluja, jotka *jäsentävät havaintoja*, mutta eivät esitä väitteitä niiden ”taakse”
- miksi eivät?

Realismi

- teorit esittävät väitteitä todellisuudesta
- miten voimme *tietää* milloin teoria on totta, jos teorit eivät palaudu havaintoihin emmekä pääse havaintojen taakse?
- ovatko vasta lopulliset teorit tosia?

Käsitteet ja uskomukset

Käsite ei ole vain abstrakti sisältö

- linkittyy kohdetta koskeviin uskomuksiin
- esim. koiran käsite: merkitysisällön ja uskomusten raja kategorisoinnissa ei selvä
- *prototyypit*: käsite ankkuroituu usein prototyyppiin, johon muita tapauksia verrataan
- *finitismi*: käsitteiden ala ei ole lyöty lukkoon, vaan uudet tapaukset voivat edellyttää päätöksiä käsitteen alaan kuulumisesta

Merkitysholismi:

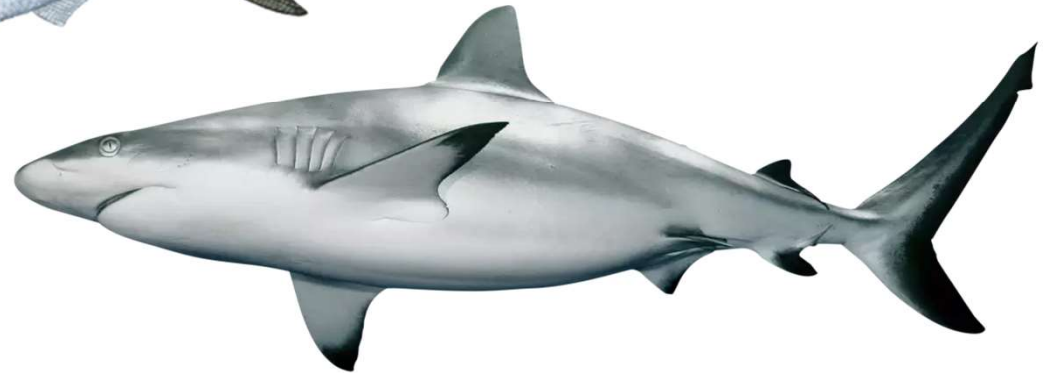
- käsitteiden merkitykset liittyvät toisiinsa
- tieteelliset käsitteet määritellään usein osittain toisillaan

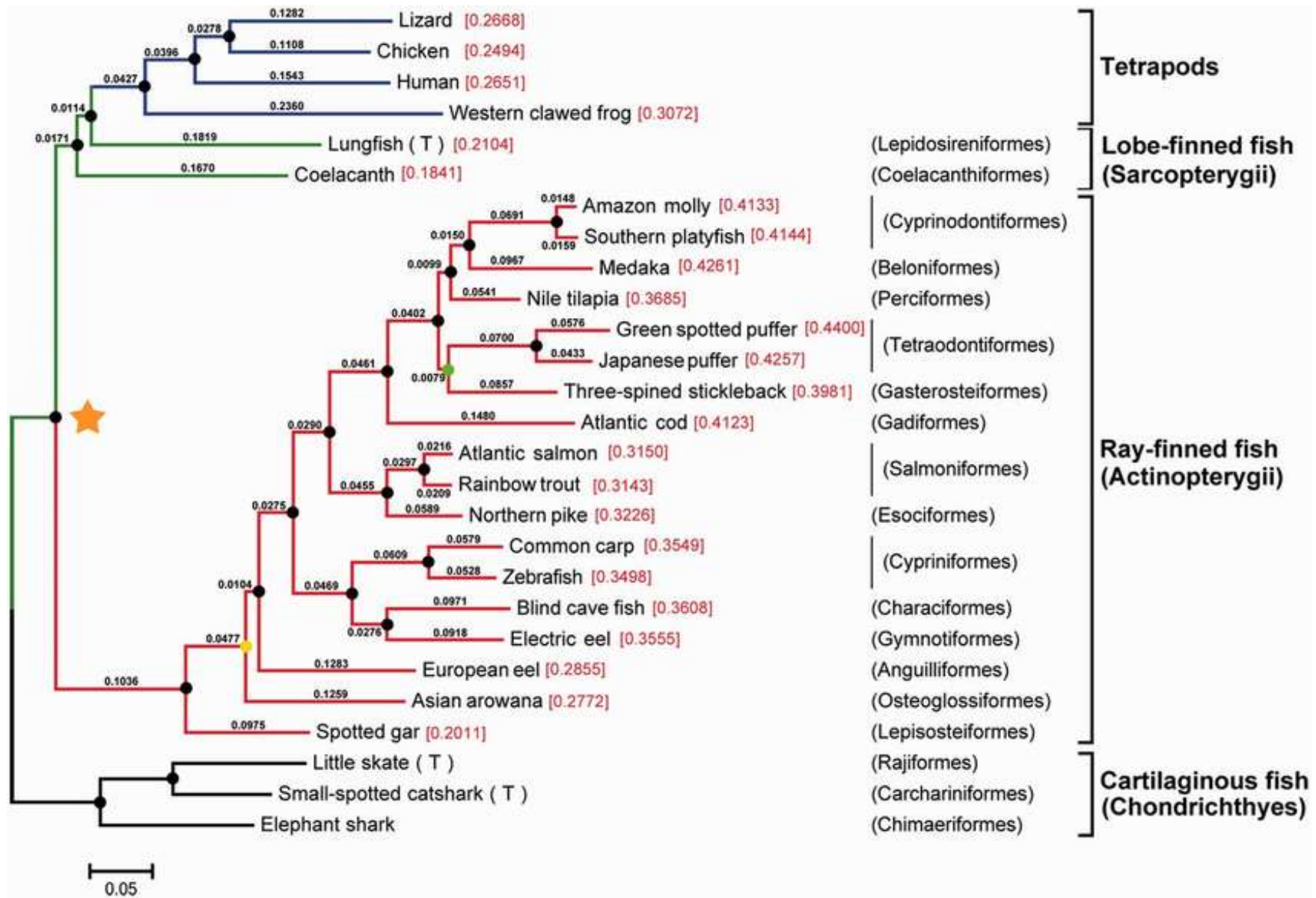


Käsitteet ja uskomukset

Teoriaholismi:

- käsitteen merkitys (ja viittauskohde) voi muuttua, jos muutoksia tehdään muualla
- uusi tieto viittauskohteista voi muuttaa käsitteiden sisältöä (muuallakin)
- teorioiden empiirinen alimääräytyneisyys: yksittäinen väite voidaan pelastaa, jos teoriaa muutetaan muualla





Mitä ovat teoriat?

Arkikielessä sanaa ”teoria” käytetään usein synonyyminä joko

- *hypoteesille* (teoreettiselle oletukselle/arvaukselle) tai
- *idealisoitulle mallille* (vastakohtana käytännölle)

Tieteessä teoria voi olla:

1) **Käsitejärjestelmä** (teoreettinen kieli)

- havaintojen jäsentäminen ja luokittelu
- ajattelu ja kommunikaatio kohteesta
- esim. humanistisissa tieteissä osa teorioista ”vain” käsitejärjestelmiä
- yhteiskuntateoria: käsitejärjestelmiä, joilla saada ote yhteiskunnan kokonaisuudesta
- pelkkä jäsennykskin tekee *implisiittisiä oletuksia* kohteesta: mikä tärkeää, mitä eroja

Mitä ovat teoriat?

2) Tietojärjestelmä

- kohteena ilmiöjoukko ja ilmiöiden väliset suhteet
- totuusarvollisia väitteitä kohteesta ja sen ominaisuuksista
- väitteet käyttävät teoreettista kieltä
- fysiikka erikoistapauksena: $(1) = (2)$

3) Teoreettinen jäsenitys yksittäisestä kohteesta/ilmiöstä

- malli, tulkinta tms.
- sukulaisvalintateoria, soluteoria

Abstraktio ja idealisaatio



Abstraktio:

- kuvaus poimii vain tiettyjä piirteitä
- teorian valinta on näkökulman valinta

Idealisaatio:

- teoria yksinkertaistaa kohdetta
- kontekstuaalisia tekijöitä ei huomioida

Eri tieteillä ja eri teorioilla erilaiset tarpeet

- samasta kohteesta voidaan idealisoida ja abstrahoida eri asioita → eri kuvat

Unifikaatio, pluralismi, vai relativismi?

Unifikaatio

- yksi todellisuus, pyrittävä myös teorioiden yhtenäisyyteen
- tieteen ykseys työhypoteesina (Oppenheim & Putnam 1958)
- tieteenalojen ristiriidattomuus *tulevaisuuden tavoitteena*

Pluralismi

- erilaiset tiedolliset intressit → erilaiset tavat käsitteellistää, teoretisoida, abstrahoida, idealisoida
- joskus perustana myös ontologinen pluralismi: maailma ei jakaudu yksiselitteisesti
- oleellinen kysymys on lähestymistapojen suhde (esim. monitieteellinen tieto)
- ei *relativismia*, jossa mikä tahansa teoria on yhtä hyvä:
 - teoria voi sopia yhteen havaintojen kanssa paremmin tai huonommin
 - teoria voi olla enemmän tai vähemmän tarkoituksenmukainen

Havaintoaineisto ja ilmiöt

James Bogen & James Woodward (1988): "Saving the Phenomena"

Havaintoaineisto (*data*)

- kokeiden, mittausten ja muiden havaintotilanteiden tuottamat julkiset raportit: lämpötilamittaukset, tekstikatkelmat, kuvat jne.
- syntyy vuorovaikutuksessa riippumattoman kohteen kanssa

Ilmiöt (*phenomena*)

- teoreettisesti käsitteellistetty, datasta löytyvä *toistettava efekti*
- yksittäisten havaintojen teoreettinen niputtaminen yhteen: ilmastonmuutos, tietyn kielen kielioppisäännöt, kirjallinen genre

Esimerkkejä havaintoaineistosta

Tekstidokumentit

Haastattelunauhat ja transkriptiot

Täytetyt kyselylomakkeet

Tilastokeskuksesta tilattavat aineistot

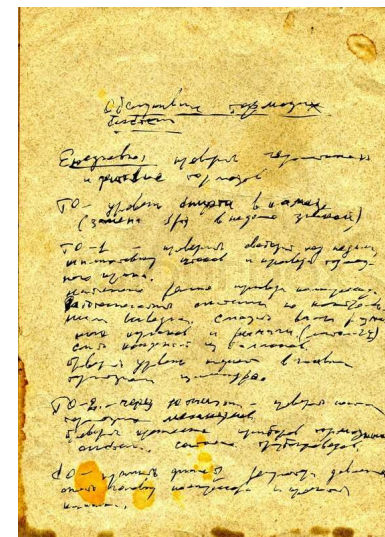
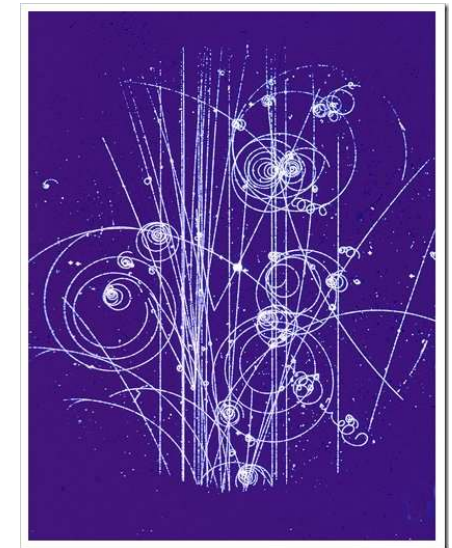
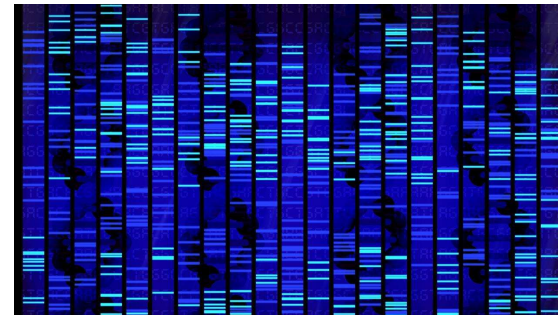
Pörseistä saatavat arvopaperien hintatiedostot

Lämpötilamittaukset

Valokuvat jäljistä pilvikammiossa

DNA sekvenssoritulosteet

fMRI kuvat aivotoiminnasta



Esimerkkejä ilmiöistä

60-luvun Yhdysvalloissa maanviljelijät uskoivat että

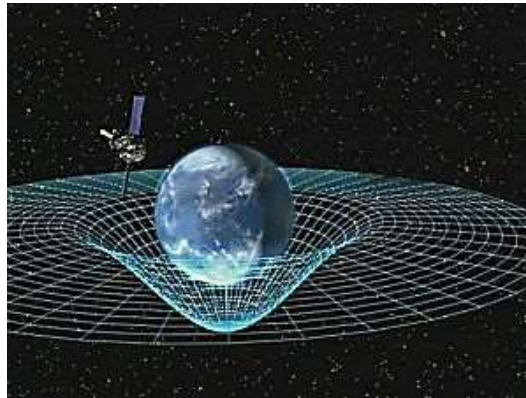
kova työ kannattaa lopulta, kun taas urbaani töväestö ei näin uskonut.

Köyhät maat tuottavat vain vähän erilaisia tuotteita, kun taas kehittyneet taloudet tuottavat monenlaisia asioita.

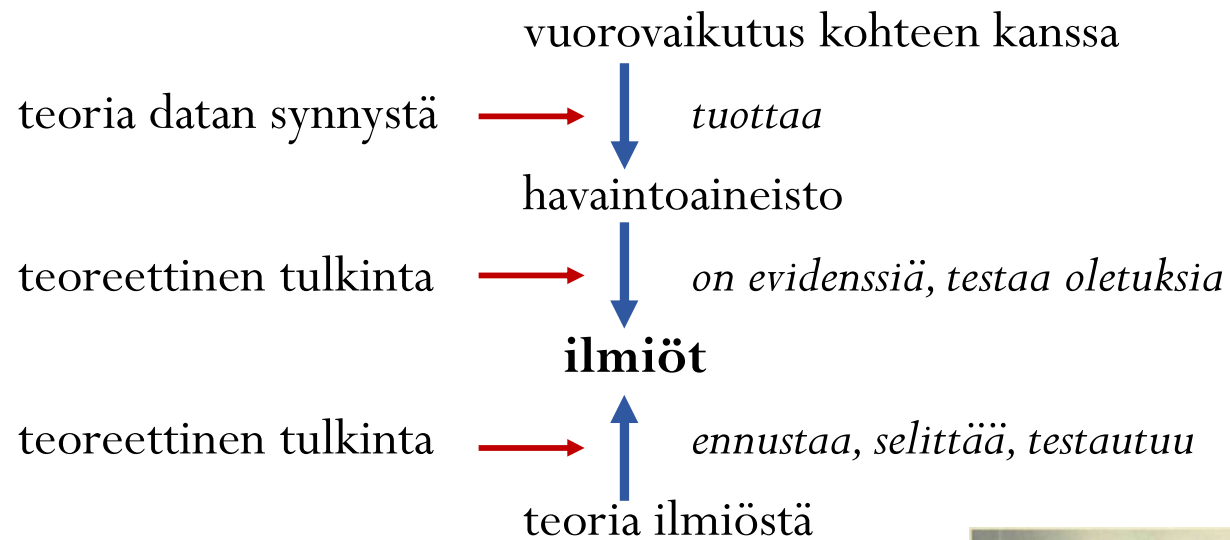
Ilmastomuutos

Elokuvagenre

Painovoima



Teoriat, ilmiöt ja havaintoaineisto



Havaintoaineisto todistaa ilmiöstä

Tieto ilmiöistä testaa teorioita

Ilmiö todistettava ennen teorian testaamista

Havaintojen ja teorioiden yhteys epäsuora



Seurauksia ja opetuksia

Teoriat eri vaiheessa havaintoa voivat olla eri teorioita

- vähentää havainnon riippuvuutta yksittäisestä teoriasta

Teoriat ja oletukset havaintoaineiston tuottamisesta oleellisia

- esim. lähdekritiikki historiantutkimuksessa, psykologiset oletukset ihmislähteistä, havaintolaitteen toiminnan tunteminen

Oletukset havaintotilanteesta

- esim. oletukset planeettojen määrästä, kirjallisen lähteen kirjoittajasta jne.

Samaa *ilmiötä* voi (ja pitää) tutkia eri *havaintoaineistoilla* ja eri menetelmillä

- konfirmaation *laadullinen variaatio* tärkeämpää kuin määrä

Tieteellinen havainnointi on taitolaji

- havaintomenetelmien ja teoreettisten välineiden käyttö, kyky keskittyä oleelliseen

Havaintoaineisto ja evidenssi: Esimerkki

Helsingin yliopiston Filosofian, historian, taiteiden ja kulttuurin tutkimuksen laitoksen tasa-arvoselvitys 2011:

*Filosofian (ruotsinkielinen) oppiaineen tilanne näytti koko laitoksen lukuihin nähden poikkeavalta, siinä **yksikään naisopiskelijan laatima tutkielma** ei yltänyt tarkasteluajanjaksona ylimmille arvosanoille, kun taas miesten laatimista tutkielmista peräti **43 %** sai erinomaisen arvosanan.*

Parempia miehiä vai sukupuolista syrjintää?

Onko havaintoaineisto evidenssiä?

Tukeeko havaintoaineisto hypoteesia ilmiöstä?

- havaintojen **yhteensopivuus** vs. **tuki**: *systemaattinen korrelaatio*
- nostaako p:n esiintyminen q:n esiintymistä:
missä suhteessa $[p \rightarrow q]$, $[p \rightarrow \sim q]$, $[\sim p \rightarrow q]$ ja $[\sim p \rightarrow \sim q]$?
- esim. filosofian (ruots.) arvosanjakauma: 27 miestä ja 6 naista \rightarrow tilastollisesti liian heikko otos osoittamaan ilmiön olemassa oloa
- yksittäistapauksista päättely on *aina* ongelmallista

Olisiko sama havaintoaineisto mahdollinen ilman, että tutkittava hypoteesi ilmiöstä pitää paikkansa?

- 1) nostaako data hypoteesin todennäköisyyttä? $P(H | E) > P(H)$
- 2) tieto havaintoaineiston tuottavista mekanismeista
- 3) vaihtoehtoiset hypoteesit ilmiöistä

Evidenssin arviointi

Kuinka edustava havaintoaineisto on *oletetusta* ilmiöstä?

Voidaanko havainto *ilmiöstä* toistaa?

- sama ilmiö, ei sama havaintoaineisto
- riippumattomasti tuotettu havaintoaineisto arvokkaampaa (esim. tieto ohjaukseen käytännöistä)

Voisiko havaintojen taustalla olla jokin toinen ilmiö?

- kilpailevien hypoteesien testaaminen ja karsiminen
- ***päätely parhaaseen selitykseen*** vs. ***eliminatiivinen päätely***:
”paras” selitys ei ole aina oikea ja ”parhaus” riippuu taustaoletuksista

Todistusaineistojen arvioinnista voi olla koulukuntaeroja...

- ...havaintotilannetta koskevissa oletuksissa
- ...*ydinoletuksissa*, joista pyritään pitämään kiinni
- ...päättelysäännöissä ja muissa metodologisissa oletuksissa

Ei vain havainnot ja teoriat

Teoriat ovat välineitä ilmiöitä koskevien oletusten artikulointiin ja systematisointiin

Teoriat eivät kohtaa maailmaa vain kokonaisuuksina, vaan ryppäinä

Substantiaalisten (ilmiöitä koskevien) teorioiden lisäksi tieteenalalla on muita teoreettisia oletuksia:

- miten teoriat liittyvät tosiinsa?
- metateoreettiset oletukset käsitteiden alasta, teorioiden soveltuvuusalaista jne.
- ilmiöitä koskevat kokoavat oletukset
- millaisia ilmiöitä, olioita, voimia jne. voidaan olettaa?
- nämä ovat kaikki kohdetta koskevia (luonnon)filosofisia oletuksia

Tieteenalan oletuksiin kuuluvat myös metodologiset oletukset

- havaintoaineiston käsittely, päättelyn pätevyys / mielekkyys
- perustuvat epistemologisille (tieto-opillisille) oletuksille tiedon tuottamisen luonteesta

Tutkimuksen teoreettinen syvyys

Empiirinen tutkimus	<i>vuorovaikutus tutkittavan todellisuuden kanssa</i>
Teoreettinen tiede	yleistyksset tutkimuskohteesta, tutkimuskohdetta koskevat teoriat
Erityistieteiden filosofiat	tieteenalalla käytettävien käsitteiden, teorianmuodostusta ohjaavien periaatteiden ja tutkimuskohdetta koskevien filosofisten oletusten <i>normatiivinen</i> tarkastelu
Yleinen tieteenfilosofia	tieteellisten teorioiden ja käytäntöjen luonne (esim. luokittelu), tieteen suhde todellisuuteen
“Puhdas” filosofia	metafysiikka, käsitteiden ja kielellisten merkitysten luonne

Metodologia

Empiirinen tutkimus	<i>vuorovaikutus tutkittavan todellisuuden kanssa</i>
Teoreettinen tiede	<i>metodiikka</i> : tutkimuskäytäntöjä (havainnointi, päättely, selittäminen) ohjaavat periaatteet
Eriytistieteiden filosofiat	tutkimusalan metodisten periaatteiden eksplikaatio ja normatiivinen tarkastelu (tutkimuskohteen luonteen huomioiden)
Yleinen tieteenfilosofia	yleiset teoriat (hyvästä) selittämisestä ja (pätevästä) tieteellisestä päättelystä
“Puhdas” filosofia	epistemologia, logiikka

Tapahtunut tähän mennessä...

Tieteellisten väitteiden testaaminen:

- 1) Mitä havaittavaa väitteestä seuraa?
- 2) Voidaanko nämä seuraukset todentaa?
 - kerätään tai tuotetaan havaintoaineistoa, joka voisi kumota väitteet
 - väite läpäisee testin → väite **konfirmoituu** → uusia testejä → lisää konfirmaatiota → väite tulee osaksi hyväksytyjä tieteellisiä väitteitä
 - väite ei läpäise testiä → väite **falsifioituu**... ehkä.

Tapahtunut tähän mennessä...

Havainnon teoriapitoisuus

- ei ole olemassa ”paljaita” havaintoja → havaitsemisprosessin ja sen oletusten tarkentaminen
- jäljelle jäävä teoriapitoisuus:
 - miten ja mistä havaintoja tehdään
 - mitä oletuksia havaintojen takana olevista ilmiöistä ja havaintotilanteista tehdään
 - miten havaintoaineistoja tulkitaan
- miten erottaa oletusten ja kohteen vaikutus toisistaan?

Teorioiden empiirinen alimääräytyminen

- **teoriaholismi**: teorit ovat kokonaisuuksia, joiden osia ei voi testata irrallaan → hypoteesi voidaan pelastaa muuttamalla muuta
- + **havainnon teoriapitoisuus**: eri teoreettiset kehykset voivat tulkita saman havainnon eri tavoilla

Miten tiede edistyy? Ja edistyykö se?

Tiede faktojen kasautumisena

- miten liittää havainnot yhteen faktoiksi?
- positiivinen tuki ei riitä
- havainnon teoriapitoisuus
- teorialohismi
- empiirinen alimääräytyneisyys

→ Tiede teorioiden kehittymisenä

- hypoteesien testaaminen etsimällä negatiivista evidenssiä
- oletusten korjaaminen muuttamalla teoriaa ja muita oletuksia
- tarkentuva (idealisoitu, abstrakti) kuva maailmasta



Tieteellisten vallankumousten rakenne

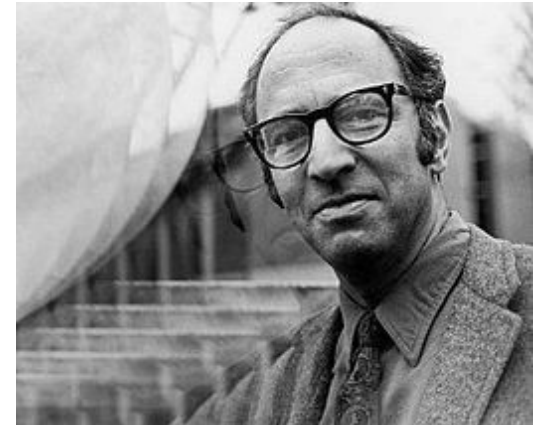
Thomas Kuhn (1922–1996): *The Structure of Scientific Revolutions* (1962)

Kyseenalaistaa tieteellisen edistyksen ajatuksen

- uudet teoriat (vain) uusia tapoja jäsentää todellisuutta
- teoriat ovat keskenään *yhteismitattomia*, vertailukelvottomia

→ Tieteenfilosofian ”naturalistinen käänne” positivismin jälkeen

- kiinnostus tieteen käytäntöihin, vahvempi linkki tieteen tekemiseen
- kytkös tieteen historiaan, sosiologiaan jne.
- erityistieteiden filosofiat (erityiskysymykset, opetukset yleiselle)



Paradigman käsite

Tutkimusalan jaetut ydinoletukset ja -käytännöt

- metafysiset ja muut perustavat oletukset tutkimuskohteesta (minkä tyyppisistä asioista ja vuorovaikutuksista on kyse)
- yleisesti hyväksytyt teoriat ja käsitteellistämistavat
- havaintoaineiston tulkintaa ohjaavat säännöt
- kriteerit sille, mikä on tärkeää tutkimusta
- selityseriaatteet, päättelysäännöt, metodologiset periaatteet
- säännöt tulosten esittämistä ja keskustelua varten

Tieteenalamatriisi: yhtenäisyyttä ylläpitävät rakenteet

- yhteinen koulutus, jaettu teorettinen tausta, jaetut erimerkit hyvästä tutkimuksesta
- jaetut oletukset, intuitiot ja tiedolliset arvot

Paradigman käsite

Merkittävä osa paradigmasta on *hiljaista tietoa*

- tutkimuskäytännöt ja taidot
- *malliesimerkit* hyvästä tieteestä
- tutkijaksi tullaan oppimalla käytännöt
- tieteellinen tieto ei ole vain teorioissa, vaan osittain käytännöissä

Paradigma *mahdollistaa* tutkimuksen – tiede ei ole yksilölaji!

- kommunikation mahdollistavat käsitteet ja jaetut oletukset
- yhteismitalliset arviointikriteerit → empiirinen alimääräytyneisyys ei ole *sisäinen* ongelma
- organisoitu työnjako

Välihuomautus: työnjaon merkitys tieteessä

Tieto ja sen hankkiminen hajautettua

- teorioissa, käytännöissä ja yksittäisten tutkijoiden fragmenteissa
- tiedollinen auktoriteetti on yhteisö
- tiedon tuottaminen mahdollista vain organisoidusti

Yksilön rajoitteet (kyvyissä, ajassa, motivaatiossa jne.) voidaan osittain kiertää *yhteisöllisesti*

- esim. tieteen itsekriittisyys = muiden tutkijoiden kriittisyys
- vertaisarviointi yhteisöllistä varmistusta
- tieteellisyys ilmenee yhteisöllisellä tasolla

Tutkimusetiikka on osa metodologiaa

- tieteen etiikka: tutkimusta rajoittavat yleiset eettiset periaatteet + säännöt, jotka ohjaavat tutkijan tiedollista toimintaa osana tiedeyhteisöä (ammattietiikka)

Tieteen kehitys (Kuhn)

1) Esiparadigmaattinen vaihe

- koulukuntaisuutta, yhteismitattomuutta
- ei yleisesti hyväksytyjä keinoja ratkaista erimielisyyksiä
- peruskäsitteet ja filosofiset ja metodologiset oletukset eivät tarkkaan määriteltyjä, vaan osa keskustelua



2) Normaalitiede

- tutkimus jaetun paradigman sisällä
- tieto kasaantuu
- kuva tutkimuskohteesta tarkentuu
- teorioihin tehdään vähäisiä muutoksia
- apuoletuksia korjataan
- kysymyksiin oletetaan löytyvän vastaus
- tiede ”palapelin kokoamisena”

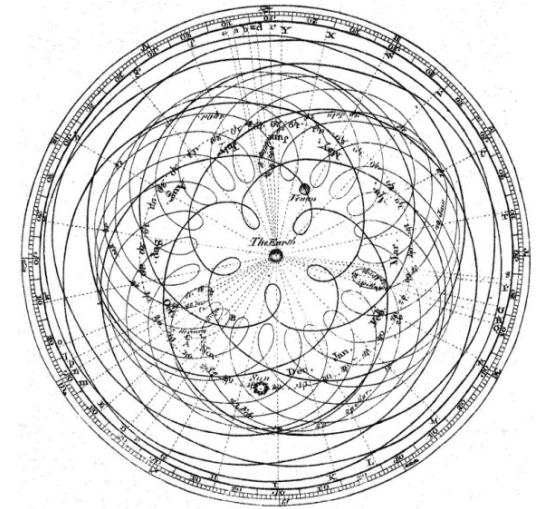


Tieteen kehitys (Kuhn)

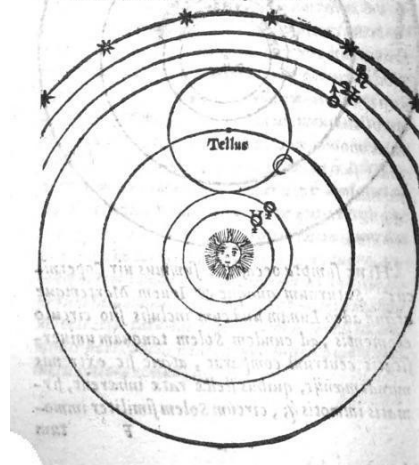
3) Tieteelliset kriisit

1. **anomalioiden** määrä kasvaa
2. spekulatiivisia hypoteeseja, vaihtoehtoisia tulkintoja ydinteorioista ja metodologiasta
3. paradigma hajoaa: koulukuntia, filosofista keskustelua

→ **Tieteellinen vallankumous**: uusi paradigma syntyy



Systema vniuersitatis de sententia summi viri Nicolai Copernici Torinensis.



Syitä epäillä tieteen tiedollista edistystä?

Tieteen historiallinen epäjatkuvuus

- normaalitieteessä tieto kasaantuu, vallankumouksessa (osittain) *vaihtuu se, mitä tiedetään*

Paradigmojen **yhteismitattomuus** (*inkommensurabiliteetti*):

- metodologiset näkemykset
 - näkemykset maailmasta
 - terminologia muuttunut, vanhoilla termeillä uusia merkityksiä
- kommunikaatio paradigmojen välillä vaikeaa, empiirinen alimääräytyneisyys ongelma

Sytä epäillä tieteen edistystä?

Havainnon teoriapitoisuus: paradigmoissa eri tavat ymmärtää mm.:

- ...mitä havainnoissa tapahtuu
- ...millaiset havainnot ovat oleellisia
- ...miten havaintoaineistoa tulkitaan
- ...millaisia päätelmiä voidaan tehdä
- ...miten hypoteesit konfirmoidaan
- ei mittapuuta teorioiden vertailulle
- teorit puhuvat ”eri maailmoista”



Muutoksen irrationaalisuus:

- uusi paradigma ei vanhaa ”parempi”: sitä ei *todisteta*, siitä *vakuututaan*

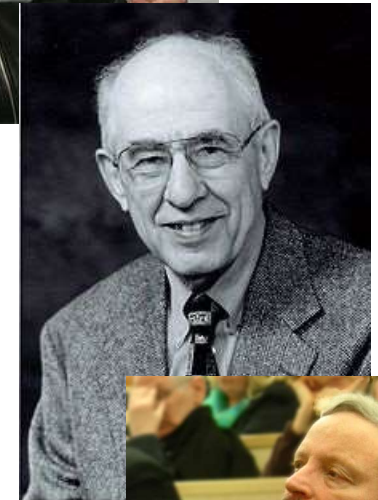
Seuraus: tieteen kehitys ei paranna tieteellistä kuvaa maailmasta, vaan esim. teorioiden instrumentaalista toimivuutta (→ instrumentalismi)

Kritiikkiä Kuhnille



Havaintojen teoriapitoisuuden ylitulkinta

- ilmiöt vs. havaintoaineisto: teorioita voidaan verrata samaan havaintoaineistoon
- ilmiöitä ei vain päätellä, niitä voidaan manipuloida (Ian Hacking (1936–2023): "If you can spray them, they exist.")
- siirtymä teoriasta toiseen voi pikemminkin tarkoittaa kuvaa ilmiöstä kuin "vaihtaa" ilmiöt
- kasvava välineellinen menestys "olisi ihme" ilman, että se kertoisi paremmasta teoreettisesta menestyksestä (Hilary Putnam (1926–2016), "ihmeargumentti")



Ilkka Niiniluoto (s. 1946): "naiivista" realismista *kriittiseen realismiin*

- teorit approksimaatioita, joilla on perspektiivi
- *totuudenkaltaisuus*: teorioiden totuus ei ole binääristä vaan asteittaista



Kritiikkiä Kuhnille

Yhteismitattomuuden ylitulkinta

- vaikka teorioita ei voisi *käntää*, ne voidaan *ymmärtää*
- vrt. kahden kielen yhteismitattomien ilmaisujen kääntäminen vs. tietäminen, milloin ilmaistaan samansuuntainen ajatus
- ymmärtämättömyys usein haluttomuutta ymmärtää...

Historiallinen epätarkkuus

- kuva paradigmasta liian yhtenäinen ja kaiken kattava: elementit vaihtuvat joskus erikseen ja asteittain
- ei selvää, mikä on paradigman ”ydintä”
- useissa tieteissä useita rinnakkaisia paradigmoja – kaikki esitieteitä?
- Kuhnin kuvaus sopii siirtymään maakeskeisyydestä aurinkokeskeisyyteen ja flogistoniin, mutta huonommin moneen muuhun tapaukseen

Vaihtoehtoinen kuva: Tutkimusohjelmien testaaminen

Imre Lakatos (1922–1974)

- yhdistää Kuhnia ja Popperia

Tutkimusohjelma

- joukko tosiinsa liittyviä teorioita, metodologisia periaatteita ja tutkimustavoitteita
- tieteenalaa pienempi, yksittäistä teoriaa suurempi kokonaisuus
- *ydinoletukset*: ”kumoutumattomia”, testaaminen ei osa tutkimusohjelmaa, vaan pyritään ”pelastamaan”
- *apuoletukset*: voidaan luopua
- *metodologiset säännöt*
- normaalitieteessä kilpailevia tutkimusohjelmia: kuhnilainen normaalitiede on dogmaattista!



Tutkimusohjelmien testaaminen

Teorioiden ja metodien testaaminen: toimivuus

- tutkimusohjelman **progressiivisuus**: tuottaa uusia empiirisesti tuettavia hypoteeseja ja ratkoo ongelmia
- **regressiiviset** tutkimusohjelmat hylättävä
- tutkimusohjelmien ”kriisit” niiden testaamista

Samalla kriteeri demarkaatiolle (tieteen raja): jos teoria ei tuota uusia testattavia hypoteeseja, se on pseudotiedettä

Huomioita Lakatosin näkemyksestä

Tiede on historiallisesti etenevä kollektiivinen projekti

Rinnakkaisten tutkimusohjelmien olemassaolo voi olla positiivista, ei merkki regressiosta

- esim. humanistiset alat, joissa kokeellisuus mahdotonta, tämä voi olla paras keino objektiivisuuteen

Jos tutkimusohjelmat testautuvat, ja samalla testautuvat niiden ”syvät” oletukset, testautuvatko myös metafysiset väitteet empiirisesti?

- jos jokin metafysisinen oletus on johdonmukaisesti osa regressiivisiä ohjelmia ja puuttuu progressiivisista, rakenne näyttää samalta kuin teoreettisten hypoteesien testaus
- esim. Patricia Churchland (s. 1943): ”henkiset” prinssiipit selittämisessä – myös ”mieli” (esim. uskomuksen käsite epätieteellinen)



Tieteellisen maailmankuvan rakennuspalikat

Havaintoaineisto

- ankkuroi todellisuuteen, ei kerro paljoa

Teoreettisesti tulkitut faktat ilmiöistä

Teorioita ilmiöistä

- antavat yhden perspektiivin, osittaisen kuvan

Filosofinen tulkinta (jota tekevät myös tieteilijät itse)

- miten teoriat (ja tieteenalat) linkittyvät toisiinsa – tieteellinen kokonaiskuva
- tiedon eri osatekijöiden luotettavuuden arvioiminen (suhteessa toisiinsa)
- miten tieteellinen tieto asettuu osaksi käytäntöjä ja arki ajattelua?



Integraatio ja realismi

Tieteellisen tiedon integraatio?

- unifikaatio: vaatimus kaiken sovittamisesta yhteen
 - tutkimusta ohjaava periaate vai toive lopullisesta tieteestä?
- pluralismi: tutkimusohjelmat luovat erillisiä kuvia (Helen Longino)
 - kaikki tieteenalat ”kesken”, tieto kasvaa (vain) lokaalisti
- integratiivinen pluralismi (Sandra Mithcell)
 - teorioiden sovittaminen yhteen on tilannekohtaista

Tieteellinen realismi (= teorit ovat kuvia maailmasta)

- kuva tarkentuu mutta ei ole valmis
- kubistinen, ei fotorealistinen kuva (Caterina Marchionni)
- olemassaolokysymykset ovat tapauskohtaisia:
kaikki käsitteet eivät viittaa olioihin tai ominaisuuksiin

