

Tieteen ja tiedon perusteet

4. Tieteen historiaa: tieteellisen ajattelun synty ja kehitys

Tomi Kokkonen

18.&20.9.2023

Tieteen kehitys



Tieteen sisällöllinen kehitys

- 1) *faktojen* kertyminen
- 2) *teorioiden* kehittyminen

Tieteellisen ajattelun kehittyminen

- 1) tieteellisen *metodologian* kehittyminen
- 2) tieteellisen *maailmankuvan* kehittyminen: tieteellisen tiedon integroituminen maailmaa koskeviin taustaoletuksiin arkielämässä ja yhteiskunnassa

Tieteen sisältöjen ja ajattelun kehitys linkittyvät toisiinsa (esim. paradigmot)

- eivät myöskään irrallaan muusta ajattelusta ja oletuksista (filosofia, maailmankatsomukset, aatehistoriallinen konteksti)

Ei ole syytä olettaa, että tieteen sisällöt tai tieteellinen ajattelu olisivat valmiita – olemme historiallisessa vaiheessa, emme tieteen historian lopussa

Tieteellisen ajattelun kehitys psykologisesti

Faktojen, teorioiden ja ”yleiskuvan” oppinen

- jäsennetty kokoava näkemys jonkin tieteenalan tiedosta

Oppiminen pois harhaanjohtavaista psykologisista taipumuksista ja ”arkiteorioista”

- arkifysiikka, arkibiologia, arkipsykologia: ihmiselle luontaiset ja/tai omaksutut tavat käsitteellistää ja selittää fysikaalisia, biologisia ja psykologisia ilmiöitä
- ei vain tiedollista oppimista, vaan myös *käsitteellistä muutosta*: tapa kategorisoida maailmaa, intuitiot asioiden välisistä merkitysyhteyksistä ja ymmärrys niiden luonteesta muuttuvat

Tieteellisen ajattelun kehitys tieteenhistoriallisesti

Empiiristen faktojen löytymistä, teorioiden ja metodologioiden kehitystä – prosessi

- sisältää käsitteellistä muutosta ja kietoutuu filosofisiin (tietoa ja maailmaa koskeviin) oletuksiin, esim. ihmiskäsityksiin

Irtautumista arkiajattelusta ja ”terveen järjen” näkemyksistä

- korjaavaa työtä ihmistieteissä: omaan kokemukseen perustuvat nojatuolipohdinnat eivät käy tiedosta sielläkään

Tieteen historian genrejä

1) Oppihistoriat

- oppikirjamaiset esitykset siitä, kuka keksi mitä ja milloin
- yleensä harhaanjohtavaa: keskittyy positiiviseen muutokseen (ei harhapolkuja), ei huomioi intellektuaalista ja empiristä kontekstia eikä metodologista kehitystä – ei tee kehitystä ymmärrettäväksi, usein anakronistista

2) Historialliset rekonstruktiot

- ymmärrys aikansa jäsentämistapojen ja tutkimuskysymysten puitteissa
- mikä on historiallisen tieteellisen ajatuksen rooli ja rationaalisuus kontekstissaan?

3) Rationaaliset rekonstruktiot

- historiallisen tieteen kuvaus nykyjäsennostavoilla mutta pitää kontekstissaan

4) Tiedeyhteisön ja tieteen tekemisen historia

5) Aatehistoriallinen kokonaiskuva

- tieteellisen ajattelun ja tutkimuksen päämäärien historia intellektuaalisessa kontekstissaan

Muinainen ”tiede”

Ensimmäinen ”läntinen” sivilisaatio: pronssikausi (n. 3300–900 eaa.)

Babylonia: maailma on deterministinen ja syklinen

- sen toimintaa voidaan kuvata ja ennustaa
- esim. astrologia: vuodenaikojen kierto mutta myös muut syklit noudattelevat säännönmukaisuuksia, jotka voidaan ajoittaa taivaankappaleiden säännönmukaisuuksilla
- maailman ”perimmäinen” rakenne on matemaattinen (luku- ja mittasuhteiden mystiikka, ei matemaattista luonnontiedettä) ja siihen liittyy jumalolentoja
- kaikki tieto on jo olemassa – tutkimusta ei tarvita
- perinteen jatkajat antiikin Kreikassa: Pythagoras (500-l. eaa.) ja Platon (427–347 eaa.)

Egypti: tiedon kerääminen ja systematisointi käytännön tarpeisiin

- geometria: rakentaminen, kanavaverkostot jne.
- lääketiede: tuhansia lääkeresptejä (osa jossain määrin toimivia)



Antiikin tiede

Uusi yritys ensimmäisen sivilisaation romahduksen jälkeen

Luonnonfilosofia: luontoa määrittävien periaatteiden pohdintaa

- luonto on *ymmärrettävissä* (ks. von Wright)
- lähinnä spekulatiota – mutta ajatukset täytyy ensin eksplikoida ennen kuin niiden toimivuutta voidaan tutkia, ja miettiä, *miten* niitä voitaisiin tutkia
- argumentaatio, kriittisyys, uusien ajatusten muodostaminen

Platon (427–347 eaa.): idealismi

- havaitsemamme asiat ovat vain heijastumia yleisemmistä ideoista ja periaatteista, jotka ovat fundamentaalinen olemassaolon tapa
- luolavertaus: olemme kuin vankeja kahlittuna luolassa, katselemassa varjojen liikettä seinällä
- todellisuus hahmotetaan järjellä



Antiikin tiede

Aristoteles (384–322 eaa.): perusti useiden tieteenalojen traditiot, tutki erityisesti biologiaa

Tiedon kaksi lähdettä:

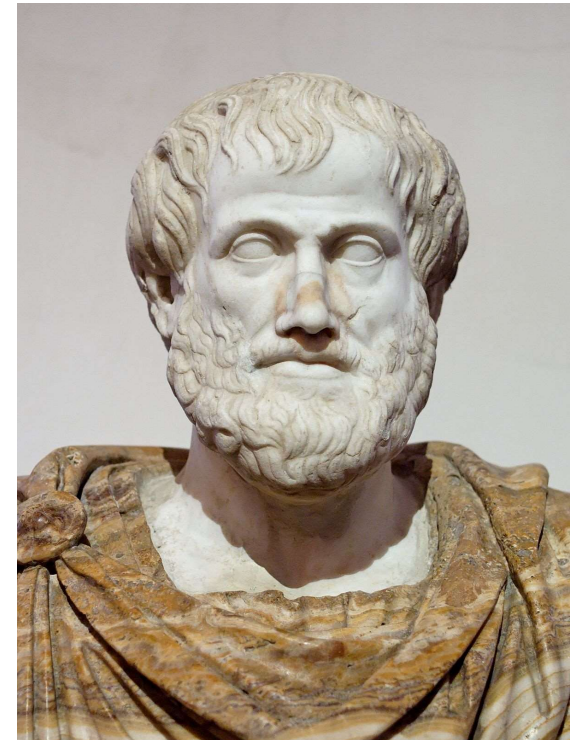
- 1) systemaattinen havainnointi ja havaintojen kategorisointi
 - esim. eläinten käyttäytyminen, valtiojärjestelmät, kirjallisuuden lajityypit
- 2) ”ensimmäisten periaatteiden” reflektointi
 - logiikka, välttämättömät kategoriat, määrittelyperiaatteet
 - selitysperiaatteet: materia, muoto, aiheuttajat ja päämäärä

Sielu = muoto – kerroksinen, ei irrallinen ruumiista

- kasvisielu, eläinsielu, rationaalinen sielu

Kokeiden tekeminen olisi luonnonprosessien vääristelyä

- ei tuota tietoa niistä



Ihmistieteet antiikissa

Herodotos (484 – 425 eaa.)

- historia: merkitsi ylös tarinoita ja yritti selvittää, mitkä niistä voisivat olla luotettavia
- historian toimijat: yksittäiset ihmiset ja jumalat

Aristoteles

- valtio-oppi: eri valtioiden valtiojärjestysten kuvailua ja vahvuuksien arviointia
- kirjallisuustiede: kirjallisuuden lajityyppien ja niiden tyypillisten piirteiden erittely



Sydänkeskiaika: arabialainen vaihe

Tieteen synty arabialaisessa filosofiassa

- Aristoteleen jatkajat Aleksandriassa pakenivat kristittyjen vainoja Syyriaan, jossa antiikin ajattelusta tuli pohja islamilaiselle filosofialle, teologialle ja tieteelle

Avicenna (ibn Sina; 980–1037): persialainen lääkäri, filosofi ja matemaatikko

- *Lääketieteen kaanon* (1025), *Parantamisen kirja* (1027)
- **kokeellinen tutkimus** kolmanneksi tiedon hankinnan tavaksi, vertaisarvioinnin kehittäjä, ei hyväksynyt auktoriteettia tiedon perustaksi
- kehitti diagnostiikkaa, lääkeaineiden tutkimuksen perusteet, esitti teorian pieneliöistä tautien aiheuttajina, alkoi käsitteellistää mielenhäiriöitä sairauksina ja kehitti psykologiaa
- muita ideoita: ajatteli fossiilien olevan sukupuuttoon kuolleiden eläinten jäänteitä, esitti alkeelliset teoriat liikemäärästä ja valon hiukkasluonteesta



Myöhäiskeskiaika: Eurooppa

Arabialaisen (ja antiikin) filosofian ja tieteen saapuminen Eurooppaan

- teki eurooppalaisesta ajattelusta aristoteelista (sitä ennen *uusplatonismi* kristinuskon sisällä)
- ajatus luonnon ymmärtämisestä ja siihen vaikuttamisesta tuntemalla sen lait
- suuret auktoriteetit, salainen tieto

Varhainen tiede ja myöhempi ”magia” eivät erotettavissa toisistaan

- esim. alkemia sekä protokemiaa että mystiikkaa
- rationaalista ajassa: erilaisten ajatusten väliltä ei voitu valita *myöhemmän* tiedon perusteella
- Roger Bacon (1220–1292) ja Oxfordin koulu: kokeellisen tutkimuksen painotus, edistysaskeleita luonnontieteessä, alkemiaa

Uskonto ja tiede eivät toisistaan erillisiä – ”uskonnolliset” uskomukset osa maailmaa koskevaa ajattelua, teologit pohtivat myös maallisia kysymyksiä



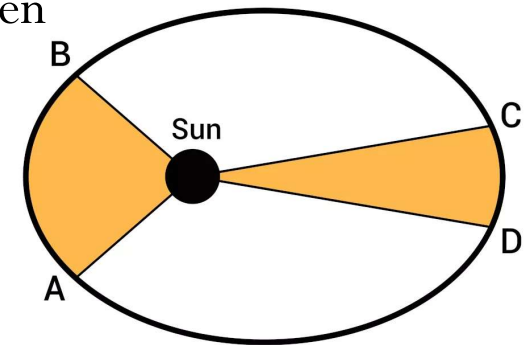
Renessanssi

Arabialaisen filosofian häivyttäminen ja ”paluu” antiikin lähteisiin

- kielentutkimus ja hermeneutiikka (tekstintutkimus) tärkeitä

Platonismi (idealismi, matematiikka) haastaa aristotelismin

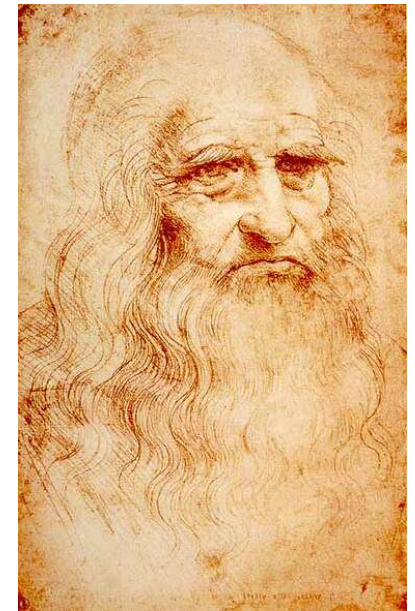
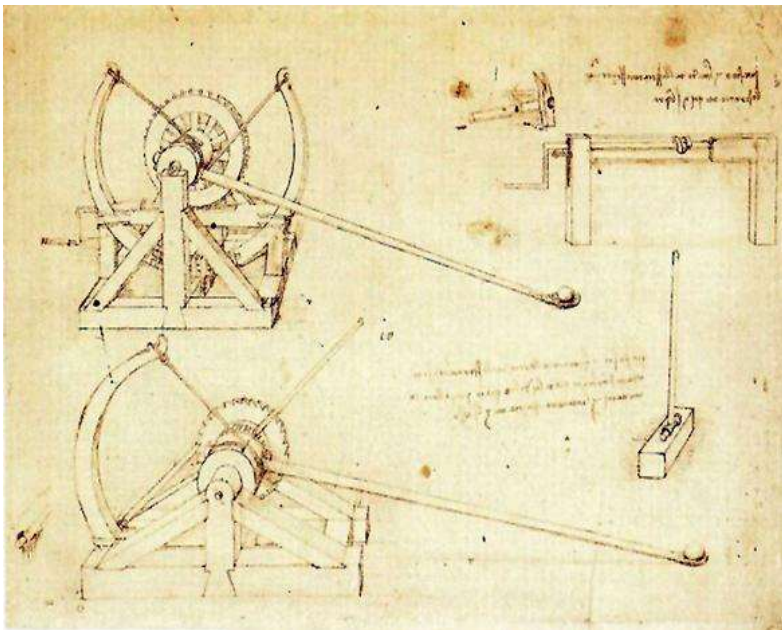
- esim. auringon siirtyminen ”keskelle” alun perin platonistinen idea
- ”luonnon kirja on kirjoitettu matematiikalla” (Galileo Galilei, 1564–1642): ei pelkkä metafora
- planeettaratojen ovaalisuus oli katastrofi Johannes Keplerille (1571–1630) – pakko löytää *joku* matemaattinen periaate johti 2. lain löytämiseen (”voimia” ei tunnettu, laille ei ollut selitystä)
- matematiikan luonne ja rooli tieteessä on edelleen ”mysteeri” (filosofinen ongelma): sekä järjen suoraan tavoitettavissa että ohjaa todellisuutta?



Renessanssi

Laboratoriot (työpajat): käytännön tieto mekaniikasta käsityöläisäidossa

- esim. Leonardo da Vinci (1452–1519): sotakoneita ja viinipuristimia



Tiede, uskonto ja taikausko eriytyvät



Keskiajan ajattelun ongelmat: liikaa painoa järkeilylle ja ajatus Raamatusta tiedon lähteenä

- yhteisvaikutus: maailmaa koskevan tiedon päättely Raamatusta
- muuten katolinen kirkko oli keskiajalla melko liberaali uskomusjärjestelmien suhteen

Mitä tehdä empiirisen tutkimuksen ja Raamatun tulkinnan ollessa ristiriidassa?

- skisma – kesti vain hetken, mutta oli vakava (esim. Giordano Bruno (1548–1600) poltettiin kerettiläisenä, koska kannatti koprenikaanista tähtitieteellistä mallia)

Kirkon ratkaisu:

- Raamattu on totta, mutta ihmiset tulkitsevat sitä puutteellisesti – empiirinen tutkimus korjaa ihmisen ajattelua, ei Raamattua (ongelma protestanteille, joille Raamatun itsenäinen tulkinta on keskeistä)
- uskonnolle ja tieteelle omat sovellusalueensa – eivät voi olla ristiriidassa
- molempien ulkopuolelle jäävä on taikauskoa ja magiaa
- magian ”synnyn” seurauksena noitavainot (lähinnä protestanttisilla alueilla) ja inkvisitio (katoliset alueet) – noitiin ei uskottu keskiajalla

Tekstikritiikin synty

Tausta: uskonpuhdistus ja ”alkuperäisen” Raamatun etsintä

- protestantit halusivat perustaa uskon vain Raamattuun, katoliset laajempaan tekstikaanoniin, ”apostolisen opetuksen jatkumoon” ja kehittyvään tulkintaan
- katoliset: *mikä* Raamattu? versioita on monia... (virheet ja muutokset kopioinnissa, editointi, lisäykset jne.)

Kriittinen Raamatun-tutkimus: mitkä tekstiversiot ovat alkuperäiset?

Lähdekritiikin kehittyminen

- kenen kirjoittama teksti ja kenelle, mistä näkökulmasta, millä rajoitteilla, mistä intresseistä?
- onko tekstissä viitteitä editoinnista, liäsyksistä tms.
- teksti voi olla lähde johonkin muuhun kuin mitä on kirjoitettu

Hermeneutiikka: oppi tekstin tulkitsemisesta ymmärtämällä se kontekstissaan

- siirtyi Raamatun tulkinnasta muiden historiallisten tekstien tulkintaan

Tieto-oppi filosofian keskiöön

Peruskysymys: miten oikeuttaa tieto?

- empirismi: havainto tiedon perustana
- rationalismi: rationaaliset periaatteet (logiikka jne.) perustana

Rene Descartes (1596–1650)

- merkittävä filosofi, matemaatikko ja fyysikko
- epäilyn metodi varmuuden tutkimiseksi ja tieteen oikeuttamiseksi
- ”dualismi” tutkimuksessa: subjektiivinen perspektiivi (filosofiset ”meditaatiot”) ja mekanistisesti ymmärretty materiaallinen maailma
- mikä on sisäisen maailman ja fyysikaalisen maailman suhde?

Kokeellisen menetelmän *ajatus* saa lisää kannatusta

- Francis Bacon (1561–1628): empirismin ajatus, mutta teki itse vain yhden kokeen
- Galileo Galilei: teki myös empiirisiä kokeita, mutta lähinnä ajatuskokeita



Materialistinen ja mekanistinen maailmankuva

Maailma on suuri mekanismi, mukaan lukien elävä maailma ja ihmisten ruumiit

- osien suora vuorovaikutus (liikemäärä), mekanistiset rakenteet
- esim. Descartes selitti myös eläimet (ja ihmiset?) koneina

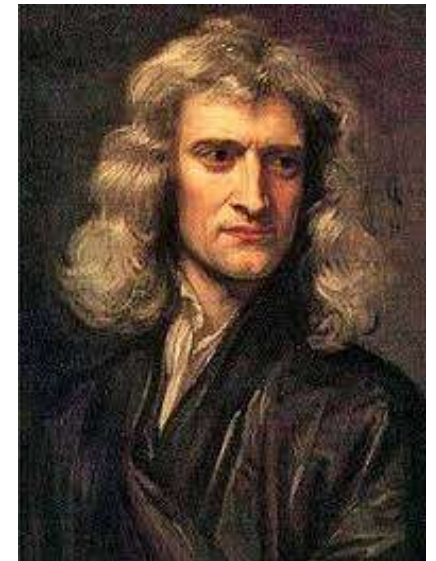
Kokeellisen menetelmän läpimurto (erityisesti kemisti Robert Boyle, 1627–1691)

Okkultismin paluu: Sir Isaac Newton (1642–1726)

- yhdisti mekaniikan ja astronomian yhdeksi tieteenksi; mutta myös alkemisti, okkultisti ja uskonnollinen mystikko

Newtonin lait: ei mekanistista selitystä

- pidettiin pitkään haasteena ymmärrykselle – mutta tämä unohdettiin
- Newton itse: Jumala pitää planeetat radallaan, lait vain kuvauksia
- materialismin ja mekanistisen ajattelun väistyminen lakien tieltä



Valistusaika

Naturalismi (ei yliluonnollisia selityksiä) ja rationalismi

Pierre-Simon de Laplace (1749–1827):

Newtonin lakien ”mekanisointi”

- vastaus Napoleonin kysymykseen Jumalasta:
”Minulla ei ollut tarvetta sille hypoteesille.”

Laeista on tullut osa tapaa ymmärtää maailma

Kaikki perustuu lakeihin? Umpikujia:

- varhaiset evoluutioteoriat: lajit olivat, joihin pätevät
”evoluution lait” – mutta mistä lajinmuutoksen lait tulevat?
- yleisemmin: lakiajattelu ei sovellu biologiaan
- varhaiset yhteiskuntatieteet; ”historian lait” – fysiikan inspiroimaa ajattelua yritettiin
ihmistieteisiin, mutta se ei sovellu niihin



Maailman ymmärrettävyys ongelmana

Miten voimme tietää, että tiedämme?

- empirismin rajat: mistä yleistykset? miten lait todennetaan?
- rationalismin rajat: miten ajattelu tavoittaa maailman?

Immanuel Kant (1724–1804): *transsendentaali idealismi*

- ”Kopernikaaninen kumous” filosofiassa: kyse ei ole siitä, miten ihminen voi tietää maailmasta, vaan millainen maailman täytyy olla, jotta ihminen voi tietää siitä
- idealismi (vs. materialismi): ajattelu itsessään on primääriä tiedolle
- ymmärryksen kategoriat (välttämättömät ehdot kokemukselle) ja maailma yhdessä saavat aikaan havaittavat ilmiöt
- ”oliot itsessään” eivät ole tavoitettavissa, vain ”oliot meille”
- Newtonin lait formalisoivat tietyt *transsendentaalit* ehdot
- vain fysiikka: ”Koskaan ei tule olemaan ruohonlehden Newtonia.”
- piilo-oletus modernissa fysiikassa?



1800-luvun tieteen kasvu

Tiedon kasvu fysiikassa, kemiassa ja biologiassa

Liittyy osittain käytäntöihin ja sovelluksiin: ajatusten testaaminen

- teollistuminen, eläinten ja kasvien jalostus jne.
- tieteen ja teknologian **vuorovaikutus** oli pitkään keskeistä luonnontieteen kehityksessä (ja myös teknologian kehityksessä)

Empiirinen tiede ja filosofia eroavat

- tähän asti metafysiset kysymykset (liittyvät maailmaan havainnon ”yli”) ja epistemologiset kysymykset (tiedon perusta) ovat linkittyneet suoraan empiiriseen tutkimukseen

Tieteenfilosofian synty

Tieteen toimintaperiaatteiden eksplikointi ja kriittinen pohdinta omaksi tutkimusalueekseen

- John Herschel (1792–1871), William Whewell (1794–1866), John Stuart Mill (1806–1873)
- ensimmäinen ”metodologinen sovellus”: Charles Darwin (1809–1882): *Lajien synty* (1859)

Tiede disiplinaistuu – maailmakuva epäyhtenäistyy saarekkeiksi

Luonnontiede oli ”valmis” 1900-luvulle tultaessa... paitsi ettei ollutkaan

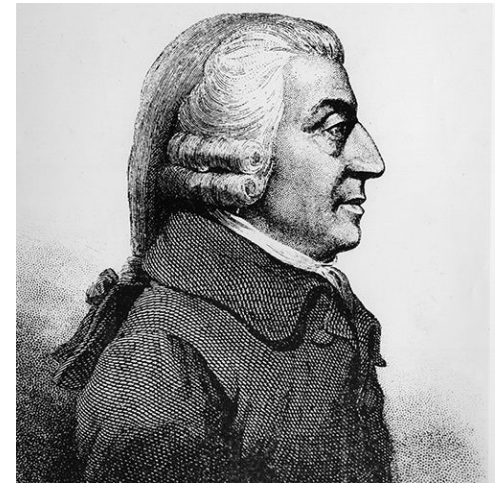
Yhteiskuntateiteiden kehitys

Poliittisen taloustieteen synty

- taustalla valistusajattelu: yhteiskunnan ohjaaminen rationaaliten periaatteiden ja tieteellisen tutkimuksen pohjalta
- Adam Smith (1723–1790): *Kansojen varallisuus* (1776), analyysi markkinamekanismista
- 1800-luvun alun taloustiede avoimen poliittista, kapitalistista ja elitististä

Luonnontieteellisen mallin mukainen yhteiskuntatiede

- esim. Auguste Comte (1798–1867), Herbert Spencer (1820–1903)
- yhteiskunnallisia lakeja, kehitystasuja, yleensä progressiivisia
- eivät toimi – yhteiskunta ei toimi vakaiden lakien mukaan



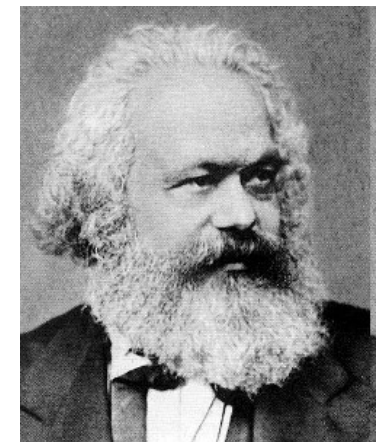
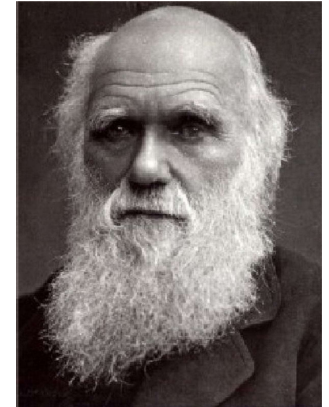
Maailman muutos tieteen kohteena

Evoluutioteoria

- Charles Darwin (1809–1882): *Lajien synty* (1859)
- evoluution ajatus vanha, mutta populaatioajattelu ja luonnonvalinnan teoria uusia

Karl Marx (1818–1883)

- *Pääoma* (1. osa 1867) ja muita teoksia: kapitalistisen talousjärjestelmän toiminnan ja sen yhteiskuntavaikutusten kokonaisvaltainen analyysi
- taloustieteilijä, talous- ja sosiaalhistorian perustaja, sosiologi, filosofi, mutta ei kehittänyt minkäänlaista poliittista tai taloudellista järjestelmää
- historiallinen materialismi: yhteiskunnan ymmärtämisen ytimessä materiaallinen perusta (tuotanto, teknologia) ja niissä tapahtuvat muutokset – määrittävät, mikä on mahdollista
- muuttuvat yhteiskunnalliset rakenteet eivät määrää ihmisen toimintaa, mutta määrittelevät yksilöiden intressit
- luokkien välinen jännite intresseissä selityspäruustaksi



Neoklassinen taloustiede

Reaktio Marxiin

Fysiikan innoittamaa

- idealisoituja matemaattisia malleja

Positivismi (keskittyminen vain suoraan havaittavaan)

- ei viittauksia käyttäytymisen ”takana” oleviin pyrkimyksiin – ei psykologiaa
- toiminnan tulkinta rationaalisen *utiliteetin maksimoimisena* (*paljastetut preferenssit, rationaalisen valinnan teoria* formaalina teoriana ihmisen käyttäytymisestä)

Kohde: kapitalistinen markkinatalous *itseorganisoituvana systeeminä*

- ei tutki systeemin perustaa, taloutta laajemmin, tai talouden kytköksiä muuhan yhteiskuntaan ja politiikkaan – kyse on tutkimuskohteen rajauksesta, sen myötä tuotetun tiedon rajoista

Kritiikkiä:

- taloustieteen sisäinen kritiikki: epärealistisia oletuksia ihmisestä, sidottava lähemmin käyttäytymistieteisiin (psykologia jne.) – *käyttäytymistaloustiede*
- muita kriitikoita: taloussosiologit, uusmarksilaiset

Sosiologia

Emile Durkheim (1858–1917)

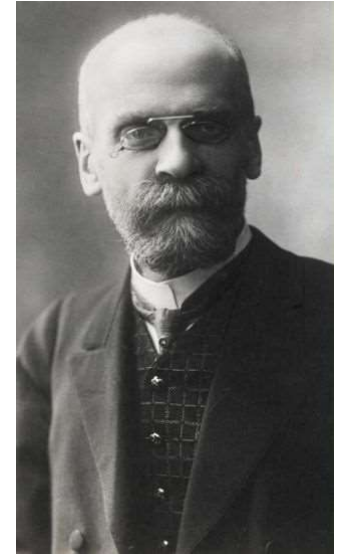
- sosiologian tutkimuskohde: yhteiskuntaa koskevat faktat
- yhteiskunnallisia ilmiöitä selitetään yhteiskunnallisilla faktoilla
- yhteiskunnan toiminnan ymmärtäminen rakenteellisena kokonaisuutena, osien toiminta niiden *funktiona* tässä rakenteessa

Max Weber (1864–1920)

- ymmärtävä sosiologia: sosiaalisen toiminnan tulkinta
- toiminnan syiden ja vaikutusten selvittäminen
- tutkimuksen tekemisen *arvorelevanttius* ja sen sisällön *arvovapauden* ideaali

Myöhempi sosiologia:

- sosiaaliset mekanismit, mallintaminen
- toimijan ja rakenteen suhde?
- kriittinen tutkimus



Psykologian synty

1800-luku: introspektiivinen psykologia

Sigmund Freud (1856–1939) ja psykoanalyysi

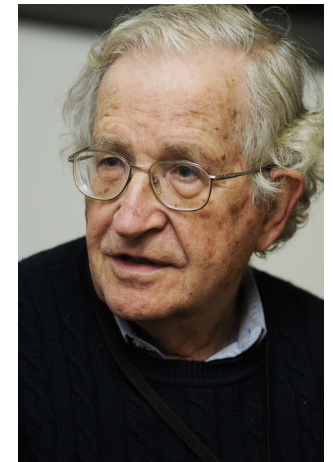
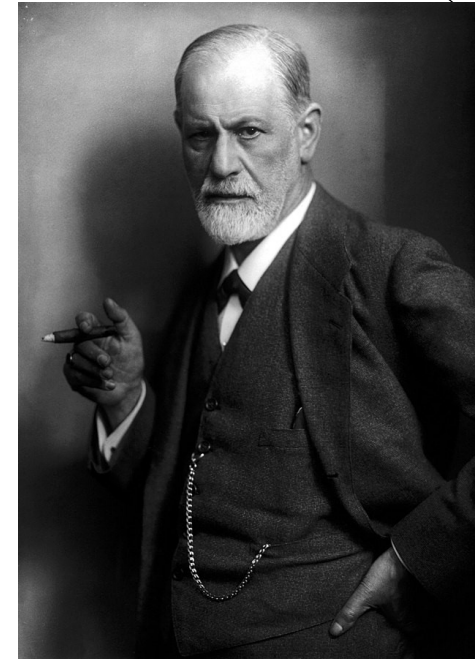
- ihmismielen toiminnassa on tiedostamattomia ajatusmalleja ja motiiveja
- yritys rakentaa linkki biologian ja ihmistieteiden väliin

Behavioristinen käänne (loogisen positivismin vaikutusta)

- tutkitaan vain käyttäytymistä ja tehdään se kokeellisesti

Kognitivistinen käänne

- 2. maailmansota, armeijan tarpeisiin
- aletaan tehdä (ja testata) oletuksia ihmisen kognition toiminnasta, myös tiedostamattomasta
- Noam Chomsky (s. 1928): yleinen kielitiede psykologisena tutkimuksena, kielen syvärakenteen formaali mallinnus
- kognitiotiede: kognition yleinen luonne ja sen mallintaminen, tekoäly



Antropologian synty

Pragmaattinen konteksti

- siirtomaavaltojen tarve ymmärtää miehitettyjen alueiden kulttuureja hallinnollisia tarpeisiin

Evoluutioteorian vaikutus varhaisessa antropologiassa

- kulttuurit eri kohdissa ihmisen progressiivista evoluutiota (rodulliset erot, joita heijastelevat fysiologia, kulttuuri, kieli jne.) – tämä ei seuraa evoluutioteoriasta eikä pidä paikkaansa
- myöhemmin: osa-alueiden eriytyminen (kulttuuri-, sosiaali- ja biologinen antropologia)

Muissa varhaisissa kulttuuritieteissä nationalistisia vivahteita:

- oman kansan ”ytimen” (ja hohdokkaan historian) ymmärtäminen

Nykyisissä kulttuuritieteissä pyritään neutraaliuteen

- kulttuurisuus lajityypillistä, kulttuurierot normaalia variaatiota
- ei arvottavaa suhdetta kulttuurieroihin
- ei oletuksia eroista ihmisten tiedollisissa kyvyissä
- kulttuurien ”sisäinen rationaalisuus” (voi näyttää *relativismilta* mutta on metodologinen väline)
- siirtymistä arkiajattelusta tieteelliseen



Tietokonetieteen synty

Formaali logiikka taustateoriana

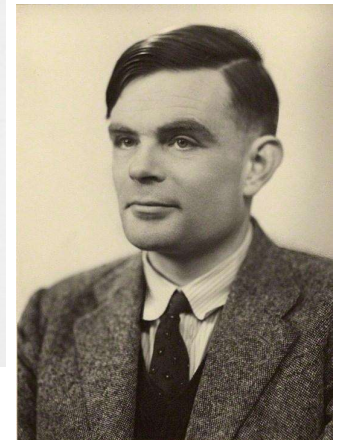
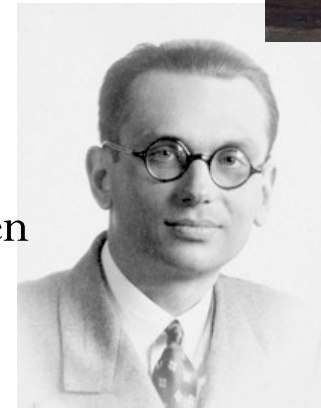
- Gottfried Wilhelm Leibniz (1646–1716): pohjatyö, ”calculus ratiocinator”

Ada Lovelace (1815–1852)

- ensimmäinen algoritmi; ”ajattelevien koneiden” mahdollisuus? (ei)

Matematiikan filosofian ongelma: onko matemaattinen tieto *analyyttistä* (palautuu määritelmiin) vai *synteettistä* (substantiaalista)?

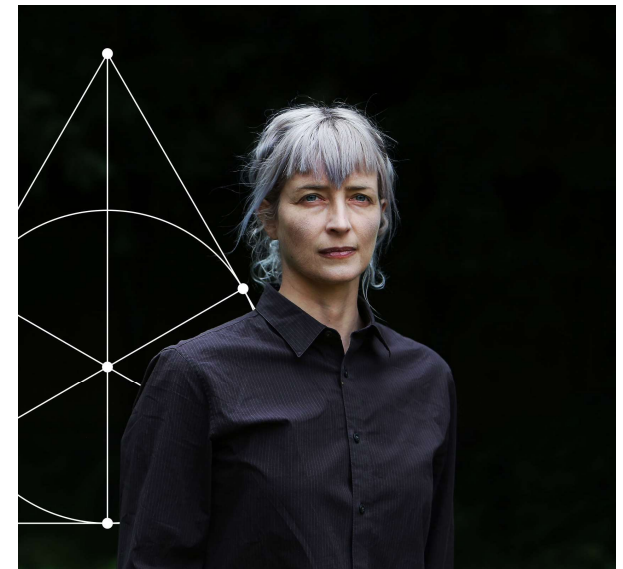
- jos analyyttistä, kaikki voidaan johtaa aksioomista
- yritykset johtivat moderniin formaaliin logiikkaan
- Kurt Gödel (1906–1978): *epätäydellisyyslause*: mahdotonta, joten matematiikalla ei ole perustaa
- mekaaninen (algoritminen) keino ratkaista ongelma?
- Alan Turing (1912–1954): Turingin kone (abstrakti tietokone)



Nykytieteen ”suuria” kysymyksiä

Fysiikan kriisi

- 1900-luvun alun uudet teorat (suhteellisuusteoria, kvanttifysiikka) rikkovat perinteiset käsitykset todellisuuden luonteesta – ei yleisesti hyväksyttyä filosofista tulkintaa
- keskenään yhteensopimattomia, matka empiriaan suuri
- fundamentaalifysiikan teoria hukassa, kilpailevia koulukuntia, teorat ymmärryksen rajoilla
- hiukkaskiihdyttimien tuottama data ei lunastanut odotuksia
- tarvitaanko filosofinen murros?
- vai onko ongelma matematiikassa? esim. Nichol (Cohl) Furey: partikkelifysiikan matemaattinen rakenne ymmärrettäväksi oktonioneilla



Nykytieteen ”suuria” kysymyksiä

Mekanistisen materialismin paluu biologiassa

- ei lakeja, vaan biologisia mekanismeja joilla on evoluutiossa muodostuva ”design”
- ei luonnollisia luokkia, jotka voisivat olla lakien kohteita (populaatioajattelu)
- emergenssi: funktionaalisella rakenteella on vaikutuksia, jotka eivät palaudu osien ominaisuuksiin, mutta voidaan ymmärtää

Uusimmat haasteet psykologialle:

- replikaatiokriisi: kokeita ei ole toistettu tarpeeksi ja monia ilmiöitä ei saada toistettua
- tutkimuskohteena on ollut lähinnä ”outoja” ihmisiä: W.E.I.R.D. (Western, Educated, Industrial, Rich, Democratic societies), jotka lähinnä poikkeama kuin edustava otos

Disipliinien uudelleenjärjestäytyminen

- disipliinien väliin ja leikkauskohtiin jäävät tutkimuskohteet: interdisiplinaarisuuden (tieteidenvälisyyden) ja mutlidisiplinaarisuuden (monitieteisyyden) tarve
- uusien tieteenalojen jatkuva synty tieteenalojen sisältä tai leikkauskohdissa