

# **TIETEEN JA TIEDON PERUSTEET**

## **3. TIETEEN SYNTY JA KEHITYS**

Tomi Kokkonen

12.9.2022

# 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

- 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

- jäsenetty 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 TIETEENHISTORIALLISTA

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 työ 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 empiiristä 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 ennusta
- esim. astrologia: vuodenaikojen kierto mutta myös muut syklit noudattelevat säännönmukaisuuksia, jotka voidaan ajoittaa taivaankappaleiden säännönmukaisuuksilla
- maailman ”perimmäinen” rakenne on matemaattinen (luku- ja mittasuhtemystiikkaa, 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 lääkereseppejä (osa jossain määrin toimivia)



# ANTIINKIN 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 testata, ja miettiä, *miten* niitä voitaisiin testata
- 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



# ANTIINKIN TIEDE

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

Tiedon kaksi lähdettä:

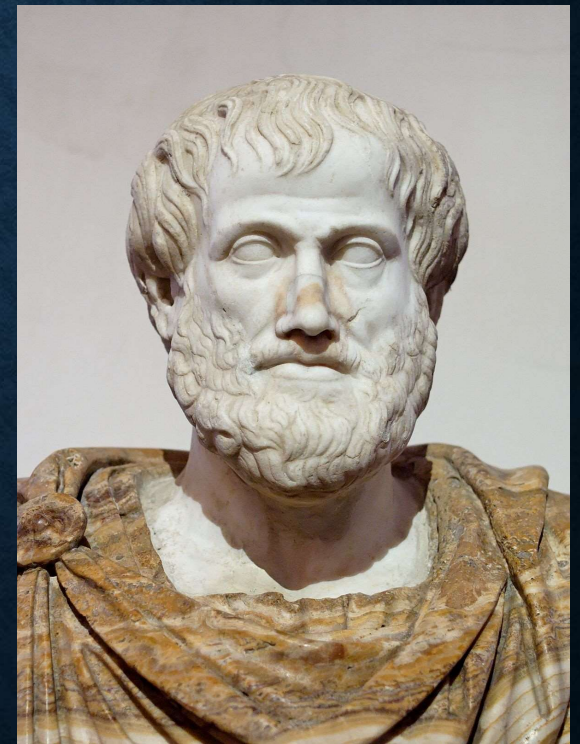
- 1) systemaattinen havainnointi ja havaintojen kategorisointi
  - esim. eläinten käyttäytyminen, valtiojärjestelmät, kirjallisuuden lajityypit
- 2) ”ensimmäisten periaatteiden” reflektointi
  - logiikka, välttämättömät kategoriat, määrittelyperiaatteet
  - selityspeeriaatteet: materia, muoto, aiheuttajat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

Sielu = muoto – kerroksinen, ei irrallinen ruumiista

- kasvisielu, eläinsielu, rationaalinen sielu

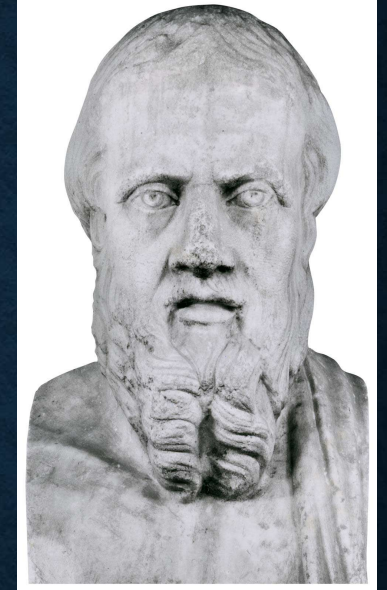
*Kokeiden tekeminen olisi luonnonprosessien vääristelyä*

- 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 (384–322 eaa.)

- 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; lisäksi mm. 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
- ajatus luonnon ymmärtämisestä ja siihen vaikuttamisesta tuntemalla sen lait
- suuret auktoriteetit, salainen tieto

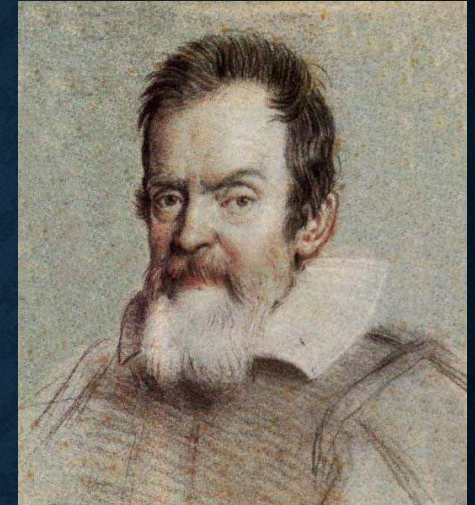
Varhainen tiede ja myöhempi ”magia” eivät erotettavissa toisistaan

- 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

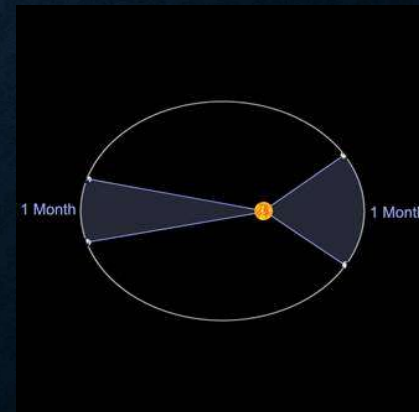


Arabialaisen filosofian häivyttäminen ja ”paluu” antiikin lähteisiin

- 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): ei pelkkä metafora
- planeettojen ratojen ovaalisuus oli katastrofi Keplerille – pakko löytää toinen 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?



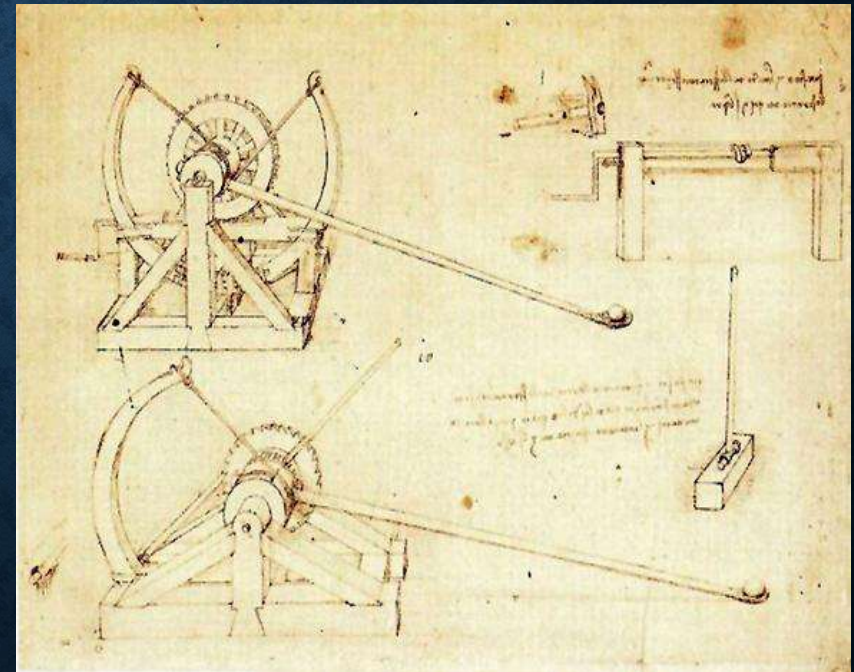
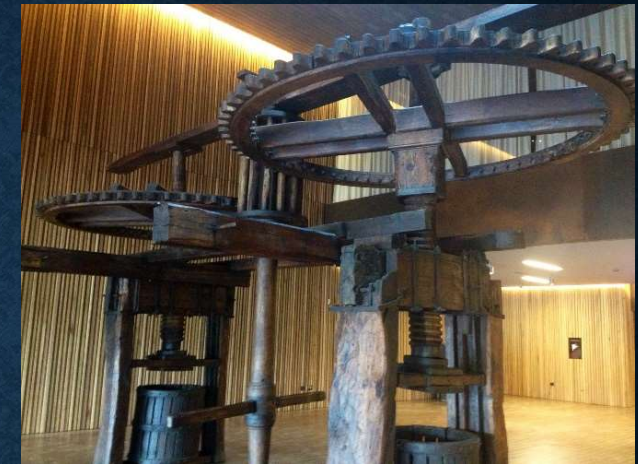
# RENESSANSSI

Kokeellisen menetelmän *ajatus* saa lisää kannatusta

- Francis Bacon (1561–1628): empirismin ajatus, mutta teki itse vain yhden kokeen
- Galilei (1564–1642): teki lähinnä ajatuskokeita

*Laboratoriot* (työpajat): käytännön tieto mekaniikasta käsityöläistaidossa

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



# TIEDE, USKONTO JA TAIKAUSKO ERIYTYVÄT

Keskiajan ajattelun kaksi tiedollista ongelmaa: 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 sai aikaan ruumiita

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 ”syynnyn” seurauksena noitavainot (lähinnä protestanttisilla alueilla) ja inkvisitio (katoliset alueet)

# 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

- Raamatun tulkinnasta historiallisten tekstien tulkintaan

# MATERIALISTINEN JA MEKANISTINEN MAAILMANKUVA

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

- osien suora vuorovaikutus (liikemäärä), mekanistiset rakenteet
- esim. Rene Descartes (1596–1650); selitti myös eläimet (ja ihmiset?) koneina

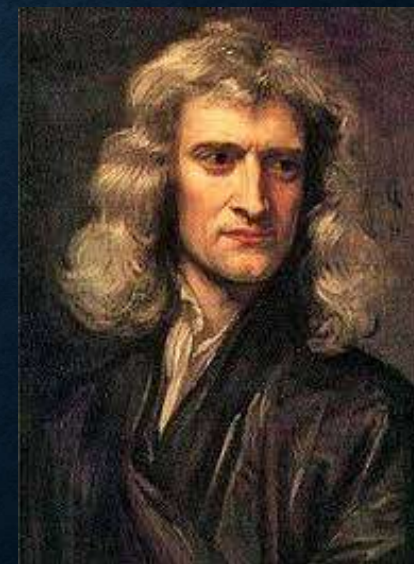
Kokeellisen menetelmän läpimurto (erityisesti kemisti Robert Boyle, 1627–1691)

Okkultismin paluu: Sir Isaac Newton (1642–1726)

- yhdisti mekaniikan ja astronomian yhdeksi tieteeksi; 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

Laplace (1749–1827): Newtonin lakien ”mekanisointi”

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

Laeista osa tapaa ymmärtää maailma; umpikujia:

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

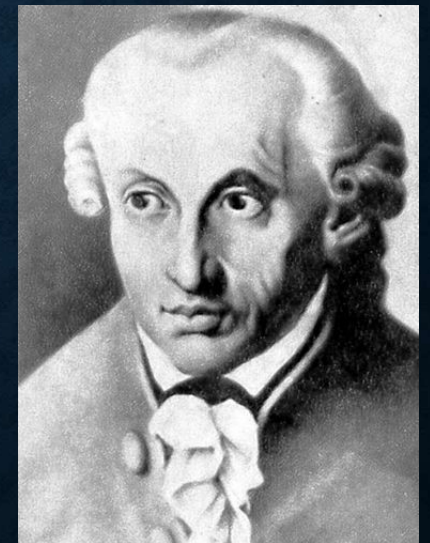
# MAAILMAN YMMÄRRETTÄVYYS ONGELMANA

Miten voimme tietää, että tiedämme?

- empirismin rajat: mistä yleistyksen? 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

Empiirinen tiede ja filosofia eroavat

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

Tieteenfilosofia syntyy: tieteen toimintaperiaatteiden eksplikointi ja kriittinen pohdinta omaksi tutkimusalueekseen

- 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

# YHTEISKUNTATEIDEIDEN KEHITYS

## Poliittisen taloustieteen synty

- taustalla valistusajattelu: yhteiskunnan ohjaaminen rationaaliten perinssiipien ja tieteeellisen 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, kehitysasteita, yleensä progressiivisia
- eivät toimi – yhteiskunta ei toimi vakaiden lakien mukaan

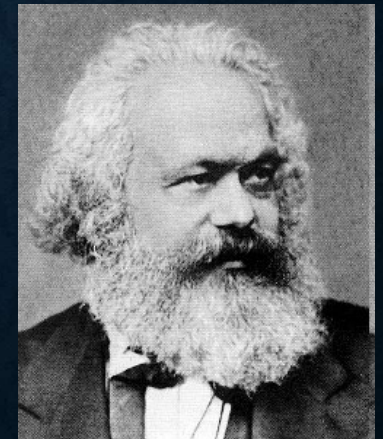
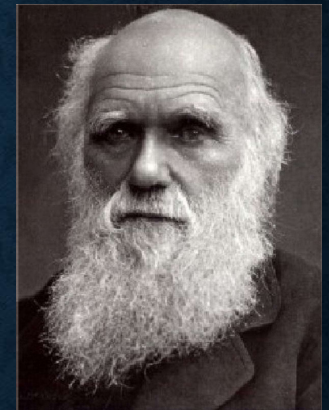
# MAAILMAN MUUTOS TIETEEN KOHTEENA

## 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 kehitellyt minkäänlaista poliittista tai taloudellista järjestelmää
- historiallinen materialismi: yhteiskunnan ymmärtämisen ytimessä materiaallinen perusta (tuotanto, teknologia) ja niissä tapahtuvat muutokset
- 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

Kritiikkiä:

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

# SOSIOLOGIA

## Emile Durkheim (1858–1917)

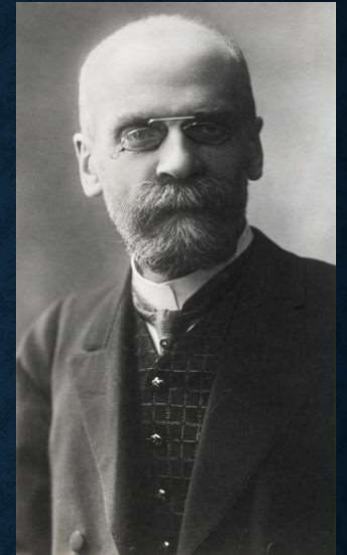
- sosiologian tutkimuskohde: yhteiskuntaa koskevat faktat
- yhteiskunnallisia ilmiöitä selitetään yhteiskunnallisilla faktoilla
- yhteiskunnan toiminnan ymmärtäminen funktionaalisen rakenteena

## Max Weber (1864–1920)

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

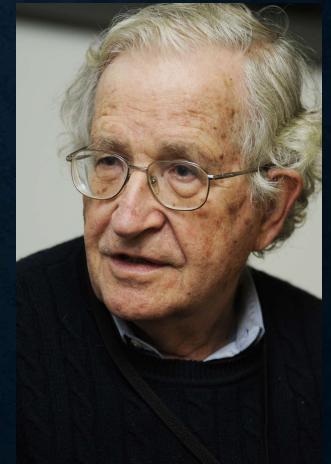
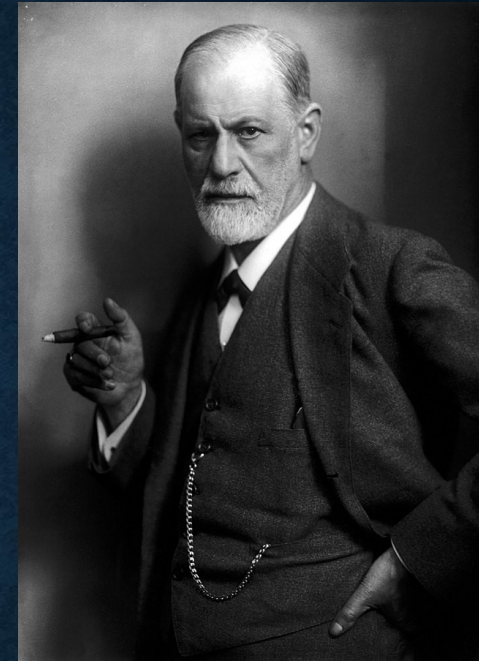
- ihmismielen toiminnassa on tiedostamattomia ajatusmalleja ja motiiveja
- yritys rakentaa linkki biologian ja ihmistieteiden väliin

Behavioristinen käänne (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





# 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 varaisissa kulttuuritieteissä nationalistisia vivahteita:

- oman kansan ytimen (ja hohdokkaan historian) ymmärtäminen

## Nykyisissä kulttuuritieteissä pyritään neutraaliuteen

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



# NYKYTIETEEN ”SUURIA” KYSYMYKSIÄ

## Fysiikan kriisi

- 1900-luvun alun uudet teoriat (suhteellisuusteoria, kvanttifysiikka) rikkovat perinteiset käsitykset todellisuuden luonteesta – ei yleisesti hyväksyttyä filosofista tulkintaa
- keskenään yhteensopimattomia, matka empiriaan suuri
- fundamentaalifysiikan teoria hukassa, kilpailevia koulukuntia, teoriat ymmärryksen rajoilla
- hiukkaskiihdyttimien tuottama data ei lunastanut odotuksia
- tarvitaanko filosofinen murros? vai onko ongelma matematiikassa?

## 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

# NYKYTIETEEN ”SUURIA” KYSYMYKSIÄ

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) tarve
- uusien tieteenalojen jatkuva synty tieteenalojen sisältä tai leikkauskohdissa