



Oksat pois tiedon puusta

Jarl-Thure Eriksson

"Hyuen ja pahan Taidhon puusta ei suingan sinun pidha sömen." Nämä jumalalliset sanat ovat Mikael Agricolan raamatun suomennokesta. Sanaa "taito" käytettiin vielä 1700-luvulla merkityksessä "osaaminen". Miellämme vieläkin taito-sanana kykyä hyödyntää hankittuja tietoja, tieto on siis mahdollisuus ja taito itse tekeminen. Taito on vivahteeltaan tietoa myönteisempi, pehmeämpi. Se viittaa luomiseen ja itsensä toteuttamiseen, toisin sanoen kuvaa tekijän humanistisia piirteitä. Tekniikassa taito oli keskeisessä asemassa ensimmäisten teknillisten oppilaitosten aloittaessa 1800-luvulla. Niinpä Tukholman teknillisen korkeakoulun logossa vielä lukee *Scientia et Ars* (kunskap och konst), tieto ja taito.

Syntiinlankeemustarina on ensimmäinen raamatun lukuisista ihmistä ojentavista vertauskuvista. Ihmisestä tehtiin itse syyppä omaan kuolevaisuuteensa. Tarinaan liittyy myös muuta symboliikkaa. Viisi tuhatta vuotta sitten orastavat yhdyskuntakulttuurit olivat kehittyneet ja pysyneet koossa paljolti suullisen tradition ja tarustoideologian voimalla. Yhteiskuntarakenteen kompleksisuuden kasvaessa oli oivallettu, että tiedolla oli kaksi puolta, rakentava ja turmeleva.

Vielä tänään halutaan pitää elossa myyttiä hyvän ja pahan tiedon puusta. On asioita, joita ei pidä tutkia, ja asioita, joita ei lainkaan pystytä tutkimaan. Edelliseen ryhmään kuuluvat esimerkiksi ydinenergia ja geenimanipulaatio, jälkimmäiseen minuuden ja tunteiden olemus. Historiasta tiedämme, että tieto etsii löytäjänsä. Salassa harjoitettu tiede on suurempi uhka ihmiskunnalle kuin avoimesti ja julkisen arvioinnin alaisena harrastettu tiede. Uusi tieto sisältää aina mahdollisuuksia, mutta edellyttää samalla hyödyntäjältään kriittisyyttä. Siksi on entistä tärkeämpää kytkeä eettinen keskustelu tieteelliseen tutkimukseen.

Kirjoitukseni varsinainen aihe liittyy tieteenalaan, jonka juuret ulottuvat 1700-luvulle ja vahvistuivat 1900-luvun alkupuolella matemaattisen logiikan myötä, mutta joka vasta viime vuosikymmenten aikana on kiteytynyt omaksi kokonaisuudeksi. Ala kulkee nimellä kompleksisuusteoria tai kompleksiset järjestelmät. Kompleksisuus ei ole pelkkää monimutkaisuutta. Se viittaa osajärjestelmien väliin kytkentöihin, jatkuviin muutostiloihin, tiedonvaihtoon perustuviin vuorovaikutuksiin, jne. Kompleksisuusteoria ei ole syntynyt uutena selitysrakennelmana, vaan sen ainekset ovat vähitellen kypsyneet tieteen eri haaroissa, ensisijaisesti matematiikassa ja informaatioteoriassa, mutta se on selvästi hahmottumassa myös biologisissa ja sosioekonomisissa järjestelmissä. Kysymyksessä on poikkitieteellinen lähestymistapa, joka edellyttää niin luonnontieteiden kuin yhteiskuntatieteiden ja humanististen tieteiden tuntemusta.

Aivoissa tapahtuvat mentaaliset prosessit ovat hyvin kompleksisia. Aivotutkimus ja keinotekoisiiin hermoverkkoihin perustuva tekoäly ovat tuoneet uutta ymmärrystä tähän ongelmakenttään. Yritykset matkia kognitiivisia toimintoja johtavat usein oivalluksiin, joihin psykologia ja neurologinen tutkimus eivät välttämättä johdattele. Tuonnempana esittelen näkemyksiä, jotka mielestäni entistä paremmin pelkistävät tietoisuusongelman taustoja ja mahdollisesti tarjoavat uusia lähestymistapoja aivotutkimukselle.

Lähden nyt karsimaan nykypäivän tiedon puuta. Aloitan ajankohtaisesta aiheesta, tieteen jakautumisesta kahteen kulttuuriin, luonnontieteellisiin ja humanistisiin tieteisiin. Asia on ollut esillä siitä lähtien, kun C. P. Snow esitelmöidessään vuonna 1959 totesi, että hänen fyysikkokollegansa ja kirjailijajäistävänsä elävät täysin eri kulttuureissa¹. Aiheesta järjestettiin tämän vuoden alussa Studia Generalia -sarja, jonka anti julkaistiin *Tieteessä tapahtuu* -aikakauslehden numerossa 2/2000. Keskeinen kysymys oli, ovatko yhteiskuntatieteet, taloustieteet ja psykologia synnyttämässä kolmannen kulttuurin? Akateemikko Erik Allardt otsikoi oman puheenvuoronsa näin: "Kolmas kulttuuri: hedelmällistä tiedemiesten mystiikkaa?"

1. Oksa: Kenelläkään ei ole yksinoikeutta humanismiin, eli keskustelu humanismin ja tieteen



suhteesta

Aftonbladetin entinen päätoimittaja Gunnar Fredriksson on omistautunut kirjoittamaan tunnettujen filosofien elämäkertoja näiden keskeisten ajatusten höystäminä. Tässä eräs tarina². Kerran Fredriksson oli osallistunut Wittgenstein-näyttelyyn Wienissä. Taksissa matkalla Wienin lentokentälle kuljettaja kysyi matkan syytä. Fredriksson kertoi näyttelystä, jonka kohteena oli Ludwig Wittgenstein. "Kuka hän oli?" kysyi kuljettaja. Lyhyen yleiskuvauksen jälkeen Fredriksson päätti sanoa jotakin syvällisempää Wittgensteinin filosofiasta: "Hän tutki mm. kielen rajoja, eli mitä voimme ilmaista kielen avulla ja mistä meidän tulisi vaieta." Kuljettaja kysyi: "Voitko kertoa esimerkin?" Fredriksson katsoi kelloa, 10 minuuttia matkaa oli jäljellä, joten hän päätti yrittää: "Onko sinulla valokuva-albumi kotona?" "Kyllä vaan." "Siinä on varmaan kuvia lapsuudestasi, kuvia vanhemmista, kodista, koulutovereista?" Kuljettaja myönsi, että näin on. "Ajattele nyt, että näytät albumin jollekin täysin vieraalle henkilölle. Sinä itse koet silloin paljon asioita, kuten tunnelmia, tunteita, tapahtuma-assosiaatioita, joita et pysty kielen avulla välittämään vieraalle. Kuljettaja mietti hetken, heilautti kätensä ja huudahti. "Ymmärrän! Tuo Wittgenstein ei ollut tyhmä."

Tractatus-teoksessaan Wittgenstein oli hyvin ankara siitä, mitä kielellä saa ilmaista ja mitä ei³. Teema on tiivistetty kuuluisaan päätöslauseeseen "Mistä ei voi puhua, siitä on vaiettava." Jos aivot toimivat erheettömästi ja kielirakenne on loogisesti vedenpitävä, ajatusprosessin tuloksena syntyvän puheen on oltava faktoihin perustuva looginen muunnos. Jonkin osan pettäessä, esimerkiksi kielikömmähdyksen, muisti- tai ajatusvirheen takia, puheen sanoma on virheellinen ja siten harhaanjohtava. Tällä lähestymistavalla Wittgenstein sulkee pois skeptismin mahdollisuuden - ei voi noin vaan epäillä asioita ilman kumoavia argumentteja. Hän menee vielä pidemmälle kyseenalaistamalla koko filosofian roolin: "Filosofian oikea menetelmä olisi itse asiassa se, ettemme sanoisi mitään muuta kuin mikä voidaan sanoa, siis luonnontieteiden lauseita - siis jotakin, millä ei ole mitään tekemistä filosofian kanssa."

Fredrikssonin esittämä tulkinta viittaa siihen kokemusmaailmaan, jonka yksilö yksin kokee, mutta jota hän ei pysty välittämään muille. Tähän kuuluvat tunteet, kuten innostuneisuus, ilo, suru, tuska ja pelko (latinaksi yhteisnimityksellä *qualia*). Tunnetila vaikuttaa assosiaatioihin ja siten tajunnalliseen ajatukseen. Kognitiivisen toiminnan takana on siis prosesseja, joihin emme tieteellisin menetelmin vielä pääse käsiksi. Voimme kuvata niitä ja tutkia niiden aiheuttamia seurauksia, mutta emme pysty selittämään mitä ne ovat.

Tunteiden salaperäisestä maailmasta nousevat minuisuus, persoonallisuus ja inhimillisuus. Schopenhauer on todennut, että ihmisen välitön vuorovaikutussuhde ympäristön kanssa luo stressiä, jopa orjuutta, josta esteettiset elämykset, taide, musiikki tai luova toiminta hänet vapauttavat. Tunnetun kvanttifysiikan Freeman Dysonin sanoma on⁴: "Tiede on ihmisen toimintaa. Tiedettä ymmärretään parhaiten oppimalla ymmärtämään niitä ihmisiä, jotka sitä harrastavat. Tiede on taidemuoto eikä filosofinen menetelmä." Tiedemiehelle tulosten tulkitseminen, teorian testaaminen ja tutkimuksen eteenpäinvieminen on henkisesti palkitsevaa. Onnistuessaan hän nauttii taiteilijan tavoin.

C. P. Snown ei pitänyt puhua kahdesta kulttuurista vaan rikkaista ja köyhistä. Sivujuoni taiteilijoista ja tiedemiehistä rikkoi padon. Vuolas virta harhautti sekä Snowia että koko tiedeyhteisöä. Matematiikan käyttö näytti toimineen virranjakajana. Akateemikko Georg Henrik von Wright totesi puheessaan Suomen Akatemian vuosipäiväjuhlassa 1962, että "matematisoinnin seurauksena psykologia ja yhteiskuntatieteet ovat menettäneet puhtaan humanistisen leimansa."⁵ von Wright vaistoa kuitenkin, että sana humanismi istuu huonosti yhteen tieteen kanssa ja ehdottaa: "Teoreettisia kokemustieteitä ihmisestä yksilönä ja yhteiskuntaolentona voitaisiin ehkä yhdessä nimittää antropologisiksi tieteiksi."

On toki olemassa kaksi kulttuuria, ihmisiä yhdistävä humanismi ja tieteen kulttuuri.

2. Oksa: Luonnonlakeja ei ole, eli kompleksisuus antaa kehitysvoimaa, säännönmukaisuus vakautta

Kirjassa *The Collapse of Complex Societies* englantilainen arkeologi Joseph Tainter analysoi korkeakulttuureista tehtyä

tutkimusta⁶. Useat tutkijat vertaavat yhteiskunnallista kehitystä kohti kukoistusta ja hegemoniaa eläviin organismeihin, joissa kompleksinen aistien, aivojen, jäsenten ja sisäelinten vuorovaikutus aikaansaa harmonisen yhteistoiminnan päämääränään eloonjääminen ja organismin jatkuvuus. Tainter tiivistää kompleksisuuden merkityksen yhteiskuntaa koossapitävänä voimana seuraavasti: Ihminen on, kuten muut elävät, ongelmia ratkaiseva eloonjäämisolento. Yhdyskunnan tarkoitus on vahvistaa lajin eloonjäämisvoimaa. Yhdyskunnassa syntyy sekä tietoisien toimenpiteiden että itse-organisoidumisen kautta informaation ja voimavarojen verkostoja. Sosiopoliittinen järjestelmä säätelee voimavarojen jakautumista. Kompleksisuutta lisätään luomalla uusia verkostoja yksilöiden ja eri yhteiskuntaelinten välillä. Tällä yritetään ratkaista alituisen syntyviä sosiaalisia, taloudellisia ja vallapolitiittisia ongelmia. Kompleksisuudella on oma hintansa, yhteiskunta joutuu maksamaan verkostojen valvomisesta ja kasvavasta prosessoivasta informaatiomäärästä. Yhteiskunnan toimivuuden ja kompleksisuuden kuvaajasta löytyy lakipiste, jonka ohittaminen tuo epävakautta yhteiskuntajärjestelmän funktioihin.

Miksi kulttuurit luhistuvat? Tainterin mukaan pysyvä taantuma johtuu muun muassa koordinoimien ja informaatiovirtojen puutteellisuuksista, puolustusmekanismien rappeutumisesta, voimavarojen epätasaisesta jakautumisesta sekä ammatillisen monipuolisuuden kaventumisesta. Viimeksi mainitut kaksi seikkaa puolestaan johtavat kaupankäynnin hidastumiseen ja kulttuuri-investointien vähenemiseen. Kuolettavan iskun antavat kateelliset naapurimaat.

Kompleksisissa järjestelmissä esiintyy säännöllisiä rakenteita, joita ilman tieteellinen lähestyminen olisi mahdotonta. 1700-luvulla Carl von Linné loi ensimmäisen kasvien luokitusjärjestelmän, *Systema Naturae* (1735). Runsaat sata vuotta myöhemmin venäläinen fyysikko Mendelejev ryhmitteli alkuaineet jaksolliseksi järjestelmäksi (1869). Darwinin *Lajien synty* (1859) on tiedettä parhaimmillaan. Järjestelmällinen työ ja monen vuoden havaintojen tarkistaminen johtivat mullistavaan teoriaan biologisesta kehityksestä. Kehitysoopin keskeisiä paradigmoja ovat itse-organisoiduminen ja kilpailu. Biologinen kehitys etenee "puumaisesti" muodostaen vahvoja runko-oksia ja surkastuttaen heikompia versoja. Siksi on vain yksi ihmislaji, *homo sapiens*. Lähin sukulainen, Neanderthalin ihminen kuoli sukupuuttoon 35 000 vuotta sitten.

Koskeeko kompleksisuusparadigma fysikaalista maailmaa? Eksaktisten luonnontieteiden alkuvaiheen kehitys liitetään yleensä 1600-luvun sinänsä mullistaviin edistysaskeliin taivasdynamikan ja fysiikan alalla. Ne olivatkin ratkaisevia modernille tieteenkäsitykselle. Mutta metallien käsittely ja alkeellisen kemian tuntemus löytävät juurensa jo ensimmäisten korkeakulttuurien ajoilta. Kun keskiajan loppupuolella alkemistit etsivät nopeata tietä rikastumiseen, oli käytännön kemian tuntemus jo melkoinen. Osittain alkemistien ansiosta ihminen oppi erottamaan alkuaineet yhdisteistä ja hallitsemaan yksinkertaisimmat kemialliset reaktiot. 1700-luvulla kemia irrottautui mystiikasta ja siitä kehittyi nopeasti järjestelmällinen tieteenala, josta lisäksi oli kansantaloudellista hyötyä. Kemia on hyvin kompleksista, kemiallisia reaktioita pystytään vielä tänä päivänä vain rajoitetusti simuloimaan tietokoneella.

Fysiikassa luultiin sata vuotta sitten, että täydellinen maailmanmalli oli loppusilausta vailla. Suhteellisuusteoria ja kvanttimekaniikka muuttivat tilanteen täydellisesti. Tähtitiede on paljastanut avaruuden kompleksisuuden, mustine aukkoineen, valkoisine kääpiöineen ja kvasaareineen. Vastaavasti mikromaailmasta ovat vähitellen kuoriutuneet alkeishiukkaset, kvarkit, leptonit, hypoteettiset Higgs-hiukkaset, jne. Kaikkein syvimmälle päästään enää matemaattisin keinoin.

Kun suuntaamme kaukoputken taivasiin tai tunnelointimikroskoopin atomeihin, meitä kohtaa kompleksinen ympäristö. Juuri aistiemme toiminta-alueella avautuu fysiikan ikkuna, josta nähtynä ilmiöt järjestäytyvät kauniiseen matemaattiseen asuun. Tämä mahdollisuus johdatteli aikoinaan ihmiskuntaa tieteen labyrintteihin. Kompleksisessa maailmanrakenteessa ei ole yksinkertaisia luonnonlakeja vaan säännönmukaisuuksia, jotka joskus taipuvat matemaattiseen kuvaukseen.

3. Oksa: Siitä, mistä on vaiettava, voidaan joskus puhua, eli mistä pienet tunteet on tehty

Biologinen elämä, ihminen ja aivot ovat kehittyneet tiivissä

vuorovaikutuksessa elinympäristön kanssa. Hermosolujen erikoistuminen keskitetyksi ohjauksimeksi mahdollisti alkueläimen liikkumisen. Tämä oli ratkaiseva askel eläinten kehitykselle. Liikkuminen merkitsi tiettyä kilpailuetua kasveihin nähden. Oli helppoa hankkia ruokaa, hyökätä saaliin tai vihollisen kimppuun tai tarpeen tullen paeta.

Aivojen tehtävä on organisoida ja hallita vuorovaikutukseen liittyviä prosesseja. Brittiläinen matemaatikko Alan Turing pohti jo 1930-luvulla tietokonelaskentaan liittyviä ongelmia. Erityisesti häntä kiinnosti rinnastus ihmisaivojen ja "automaattisen laskentakoneen" nk Turing-koneen (varsinaisia tietokoneita ei silloin vielä ollut) välillä. Turing kysyi itseltään, onko ylipäänsä mahdollista rakentaa kone, joka pystyy ratkaisemaan kaikki matemaattiset ongelmat? Onko olemassa äärellinen algoritmi, joka aina vie laskennan loppuun? Jos ihmisen aivot toimivat samalla periaatteella kuin tietokone, miksi laskenta aina päättyy - normaaleilla ihmisillä? Nämä olivat tärkeitä kysymyksiä. Vaikka ihmisillä yleensä ei ole mitään "pysähdysongelmaa", se ei merkitse, että mentaaliset prosessit toimisivat joidenkin yliluonnollisten periaatteiden mukaisesti.

Turing meni askeleen pidemmälle. Ihmisen voidaan ajatella koostuvan kolmesta pääelementistä: (a) reseptoreista eli aisteista, joilla hän vastaanottaa ympäristön signaaleja, (b) efektoireista eli lihasten ohjaamista elimistä (kätet, jalat, suu, jne.), joilla hän vaikuttaa ympäristöönsä, sekä (c) analysaattori-syntetisaattorista eli aivoista ja sisäelimistä, joilla hän jäsentelee aistimien antamia viestejä, projisoi ne omaan maailmanmalliinsa ja antaa ohjauskäskyjä efektoireille⁷.

Aivot prosessoivat biosähköisiä signaaleja. Toimiakseen aivot tarvitsevat virikkeitä. Nämä tulevat ulkomaailmasta aistien kautta tai ruumiin sisältä eri feedback-verkkojen (hermojen ja biokemiallisten signaaliaineiden) välityksellä. Näköaistimen tiedonvälityskyky on 10^7 bit/sek, kuulon ja hajuaistimen taas 10^5 bit/sek ja makuaistimen 1000 bit/sek. Näitä lukuja voi toisaalta verrata aivokuoressa tapahtuvaan informaatioprosessointiin, joka vaativan kognitiivisen tehtävän aikana voi olla luokkaa 10^{12} bit/sek, ja toisaalta tajunnalliseen ajatukseen, jonka informaation sisältö on noin 40 bit/sek. Tajunta on siis hyvin ohut tietojouva aivojen vuolaassa informaatiovirrassa. Verbaalisessa kommunikoinnissa tiedonsiirron nopeus on tajunnan luokkaa, 30...50 bit/sek^{8,9}.

Perustavaa laatua oleva kysymys kuuluu näin: Miten aivot tiivistävät kognitiivisessa toiminnassa viritettyä suurta informaatiomäärää tajunnalliseksi ajatukseksi, joka sisällöltään on miljoonamillioonasosa prosessoinnin lähtötasosta? On selvää, ettei kaikki alitajunnassa tapahtuva rinnakkaisprosessointi suoranaisesti vaikuta tajuntaan, vaan muodostaa eräänlaisen varauksen tai sivukontekstin assosiointia varten. Aivoinformaation kompressointiprosessi on seurausta biologisesta kehityksestä, se on yksilön koko käyttäytymisen avain ja se sisältää myös ratkaisun ihmisen kielen ja muiden kognitiivisten kykyjen kehittymiselle. Kommunikoidessaan ihminen siirtää puheen välityksellä ajatuksiaan toiselle ihmiselle. Sanat tunkeutuvat Troijan hevosen tapaan vastaanottajan alitajuntaan kehittyäkseen hänen omaksi käsitykseksensä.

Descartesin mukaan reaali maailma ikään kuin heijastuu aivojen näkökeskusten valkokankaalle. Vertauskuvallisenakin malli on perin harhaanjohtava. Todellisuuden aistiminen tarkoittaa, että aivot hakevat muistista oman mallin ulkomaailmasta. Uudet elämykset koostuvat tutuista elementeistä. Tätä kutsutaan hahmon tunnistamiseksi. Täysin uusien asioiden adaptointi perustuu oppimisketjuun, jossa tuntematon havainto ensin assosioituu analogisiin asioihin ja vähitellen saa oman hahmon yksityiskohtien löydettyä vastineensa kokemusmaailmasta.

Intentio eli päämäärähakuisuus on tunnusomainen piirre kaikissa biologisissa järjestelmissä, niin yksilö- kuin yhteisötasolla. Intentionaalisuus ilmenee erilaisina toimintastrategioina, jotka luovat omat käyttäytymiskontekstinsa aivoinformaation tiivistämisprosessissa. Motivaatio ja intentionaalisuus kuuluvat yhteen. Vertauskuvallisesti intentionaalisuus on nuoli, joka osoittaa toiminnan suunnan, ja motivaatio on jousi eli voimavaralataus, joka mahdollistaa intension toteuttamisen. Intentio ei voi syntyä tyhjästä. Perityt motivaatiokuoret muodostavat konteksteja, joilla on varsin syvät biologiset juuret. Maslowin mukaan nämä kuoret ovat arvojärjestyksessä ruoan saanti, turvallisuus, suvun jatkaminen, sosiaalinen hyväksyntä ja

itsensä toteuttaminen¹⁰. Kognitiivinen ihminen poikkeaa eläimistä siinä, että hän pystyy mielikuvituksessaan liikkumaan ajassa. Eläin elää vain nykyhetkessä, se käyttäytyy ja reagoi ulkoisten virikkeiden ohjaamana. Kokemukset voivat leimata käyttäytymistä, mutta eläin ei suunnittele. Ihminen taas elää voittopuolisesti mentaalisisessä mallimaailmassa. Lapsuusiän kokemukset, kasvatus ja systemaattinen tietojen ja taitojen hankkiminen antavat vahvan leiman kontekstien rakenteille. Jokahetkinen käyttäytyminen tapahtuu refleksinomaisesti, mutta pitkäjänteinen toimintojen suunnitteleminen perustuu harkintaan ja mentaaliseen simulointiin.

Intention ja tietokontekstien muodostumiseen vaikuttavat ratkaisevalla tavalla tunnetilat. Tunteet liittyvät kiinteästi aivojen ja muun ruumiin sisäisiin feedback-järjestelmiin. Prosessiin osallistuvat sekä biosähköiset signaalit että biokemialliset viestintäaineet, kuten proteiinit ja hormonit. Positiivinen takaisinkytkentä voi vahvistaa itseään kunnes biofyysiset rajat tulevat vastaan, siksi tunne-elämys aaltoilee ja voi joskus saada aikaiseksi voimakkaitakin reaktioita. Tunne-elämys aiheuttaa joko mielihyvää tai levottomuutta. Edellisen funktio on palkita eli luoda motivaatiota, jälkimmäisen taas varoittaa tai ylläpitää valppautta. Laatiessaan toimintansa polkuja ihminen pyrkii optimoimaan tunne-elämysten määrää. Matemaattisin termein voitaisiin sanoa, että ihmisen mieli liikkuu yllätysten gradientin suuntaan. Maslowin ylemmät motivaatiotasot aktivoivat nykyihmistä. Uuden tiedon hankkiminen, oivaltaminen ja yleensä uusien elämysten kokeminen ovat palkitsevia tapahtumia. Alkuihmisessä turvallisuus ja ruuansaanti olivat ensisijainen intention herätevoima.

4. Oksa: Kaiken teoria on mahdottomuus, eli tiede ei kopioi todellisuutta, vaan tekee sen ymmärrettäväksi


Yhtenäisen tieteenkäsitteiden kannalta voi olla hyödyksi mieltää tieteenalat eräänlaiseksi ketjuksi. Esimerkiksi ketju matematiikka-logiikka-filosofia-psykologia-neurologia-biokemia-kemia-fysiikka muodostaa miltei suljetun renkaan, mikäli hyväksymme fysiikan matematiikan lähisukulaiseksi. Kukin ala haarautuu omiin osatieteisiinsä. Esimerkiksi antropologinen puu: psykologia-sosiologia ja edelleen kolmeen osahaaraan, kieli (kommunikointi), historia (yhteiskunnan kehitysoppi) ja taloustiede (yhteiskunnan infrastruktuuri). Mihin maantiede kuuluu? Osittain fysiikkaan, mutta pääpainoisesti sosiologiaan, muodostaa siis poikkikytkennän yllämainitussa renkaassa. Tämäntapainen lähestyminen korostaa tieteenalojen tasavertaisuutta ja tekee samalla jokaisen tietoiseksi oman tietämyksen rajallisuudesta.

Tieteenaloja voi kuvata myös niiden kompleksisuuden perusteella. Walter Karplus asettaa muutamia keskeisiä aloja seuraavaan järjestykseen: mekaniikka, kemia, biokemia, taloustieteet, yhteiskuntatieteet ja aivotoiminta. Alkupää edustaa hyvin kartoitettuja aloja ja sallii täsmällisen suunnittelun. Loppupää on vielä pitkälti arvailujen varassa. Ei ole varmaa, että luotettavia ennustusmalleja koskaan keksitään näillä aloilla. Järjestelmissä, jotka läpikäyvät jatkuvaa kehittymistä, esiintyy kovaa kilpailua. Älyllä varustetut kilpailun osapuolet katsovat ajassa sekä taaksepäin että eteenpäin. Hyvät ennustusmenetelmät muuttavat kilpailun luonnetta ja siten koko järjestelmän käyttäytymistä.

Tieteellisen toiminnan tarkoitus on ensisijaisesti luoda ymmärrysrakenteita ihmisen aivoissa. Teorian tai mallin kommunikointia varten tarvitaan yhteinen tieteen kieli. Tämä on tärkeää niin testaamisen kuin hyväksymisen kannalta. Teorian synnyttäminen ja jalostaminen on filosofinen tapahtuma. Aivot koostuvat hermosoluista, jotka muodostavat hyvin mutkikkaita verkostoja. Biosähköiset signaalit toimivat informaation kantajina. Jokaisen ihmisen maailmankuva on mallinnettu aivojen hermoverkkoihin. Mitä tällä koneistolla ei pysty hahmottamaan, ei voi myös tiedostaa. Tähän rajoittuu myös tieteellinen tietämys.

Brittiläinen tähtitieteilijä ja tiedefilosofi John Barrow on määritellyt tieteen olemuksen terävästi ¹¹:

"Tarkastelemme maailmaa jokaisesta mahdollisesta näkökulmasta ja keräämme siitä tietoja, mutta tämä ei ole tiedettä. Sen sijaan etsimme tiedoista hahmoja, eli tarjolla olevan informaation tiivistelmiä. Tiivistelmän etsimistä voidaan jopa pitää tieteen määritelmänä. On tullut tavaksi kutsua näitä hahmoja luonnonlaeiksi. 'Kaiken teorian' tavoittaminen tarkoittaa näin ollen koko maailman lopullisen informaatiotiivistelmän etsimistä. Chaitin-Gödelin



epätäydellisyysteoreeman mukaan emme koskaan voi todistaa tiettyä tietoiivistelmää ainutlaatuisiksi. Siitä huolimatta syvällisempi ja yksinkertaisempi yhtenäisteoria odottaa löytäjänsä."

Näin toivomme, että kaikkia tyydyttävä tieteen yhtenäisteoria myös löytyisi.

VIITTEET

[1] Snow, C. P. (1998): *Kaksi kulttuuria*. Suom. Kimmo Pietiläinen. Terra Cognita.

[2] Fredriksson, G. (1993): *Wittgenstein*. Bonnier Pocket.

[3] Wittgenstein, L. (1962): *Tractatus logico-philosophicus*. Suom. Heikki Nyman. 4. painos, WSOY.

[4] Dyson, F. (1995): "Scientist as a rebel". Teoksessa *Nature's Imagination -The frontiers of scientific vision*. Oxford University Press.

[5] von Wright, G. H. (1981): *Humanismi elämänasenteena ja muita esseitä*. Suom. Kai Kaila. Otava.

[6] Tainter, J. A. (1992): *The collapse of complex societies*. Cambridge University Press, Cambridge.

[7] Ahmavaara, Y. (1976): *Yhteiskuntakybernetikka*. Weilin & Göös.

[8] Norretranders, T. (1994): *Märk världen, en bok om vetenskap och intuition*. Bonnier Alba, Falun.

[9] Eriksson, J.-T. (1996): "Impact of information compression on intellectual activities in the brain." *Int. Journal of Neural Systems*, Vol 7, No 4 (Sept. 1996), pp. 543-550

[10] Maslow, A. H. (1970): *Motivation and personality*. Harper & Row, New York.

[11] Barrow, J. D. (1995): "Theories of Everything". Teoksessa *Nature's Imagination -The frontiers of scientific vision*. Oxford University Press.

Kirjoittaja on Tampereen teknillisen korkeakoulun rehtori. Kirjoitus perustuu esitelmään Tampere-talon Suuressa filosofia -tapahtumassa 8.4.2000.

