

## TUOTTEET JA PROSESSIT

*Kaarle Kurki-Suonio, prof. emer.<sup>1</sup>  
Fysikaalisten tieteiden laitos, Helsingin yliopisto*

### Luonnontieteen kulttuuriperintö

*Richard Feynman* piti 35 vuotta sitten kuuluisat luennot, joitten teksti pian julkaistiin oppikirjana<sup>2</sup>. Ne alkavat (Vol I, Ch. 1-2) dramaattisesti: Kuvitellaan, että ihmiskuntaa odottaa suuri katastrofi. Koko inhimillinen kulttuuri on tuhoutumassa, mutta saamme oikeuden jättää mahdollisesti nousevalle uudelle kulttuurille perinnöksi yhden lauseen. Mikä olisi tämä lause? *Feynman* ehdottaa: *'All matter consists of atoms'*.

Tämä edustaa vallitsevaa fysiikanopetuksen ihannetta. Ala-asteen oppikirjoista näemme, miten lapsia tutustutetaan luonnon salaisuuksiin. Ensimmäiset viitteet fysiikkaan ovat lauseita atomeista ja elektroneista. Mielikuva vahvistuu selatessamme fysiikan oppikirjoja pitemmälle. Lähes jokaisessa aiheessa opetus alkaa atomaarisista selityksistä ilman vihjettäkään siitä, mitä ne selittävät.

Tähän liittyy vakava ongelma. Tällaisen lauseen jättäminen kulttuuriperinnöksi sotii luonnontieteen keskeisimpiä periaatteita vastaan. Se on kehoitus uskomaan ymmärtämättä. Alkavalle kulttuurille lause on 'Jumalan ilmoitus', valmiina annettu mutta käsittämätön totuus. Se voidaan kehystää ja sitä voidaan kumartaa - siinä kaikki.

Saavutin kyseenalaista kuuluisuutta opettajien parissa lanseeraamalla käsitteen *kaavatauti*<sup>3</sup>. Polemisoin sellaista fysiikanopetusta vastaan, jossa puhutaan kaavoilla viittaamattakaan niiden merkityksiin: Tässä kaava, opitte myöhemmin, mitä se merkitsee.

Luvussa 4-1. *Feynman* kysyy "What is energy?" ja johdattelee lukijaa seuraavasti: *"There is a law governing all natural phenomena ... called the conservation of energy. ... That is a most abstract idea, because it is a mathematical principle; ... It is just a strange fact that when we can calculate some number and when we finish watching nature go through her tricks and calculate the number again, it is the same. ... There are formulas for calculating some numerical quantity, and when we add it all together it gives always the same number. It is an abstract thing in that it does not tell us the ... reasons for the various formulas."*

*Feynmanin* teksti on ylivertaista, mutta mitä tämä opettaa? Energia on abstrakti joukko kaavoja. Energian säilymlaki merkitsee, että laskettaessa kaavoilla saadaan tulokseksi aina sama luku. Ne ovat *'abstract ideas'* ja *'strange facts'*, joita ei tarvitsekaan ymmärtää.

On järkyttävää tutustua fysiikan opetuksesta saatuun palautteeseen. Kysyttäessä koululaisilta, mikä fysiikassa miellyttää ja mikä ei, vastaus on lähes sataprosenttisesti: "Inhottavinta ovat kaavat." Myös atomit ja elektronit ovat vastenmielisiä, koska niillä ei ole mitään yhteyttä oppilaan omaan kokemusmaailmaan.

Opetuksemme on täynnä valmiita tuotteita, kaavoja, joiden merkityksistä oppilailla ei voi olla mitään käsitystä. Me vain toivomme, että merkityksetkin joskus selviävät. Varsinaiset kaavat, algebralliset lausekkeet ja yhtälöt, edustavat niistä vain pientä osaa. Kaavan idea on yleinen: *ajatuksettomaksi pelkistetty toimintaohje*. Myös opetuksemme kokeellisuus on täynnä kaavoja: ota tämä tavara, paina nappia, lue mittari, kirjaa taulukkoon, ...!

Kaavat kuitenkin kuuluvat tieteeseen. Ei saavutettuja tuloksia ja tehtyjä keksintöjä tarvitse uudelleen todeta, johtaa tai keksiä. Riittää, että ne tunnetaan ja niitä käytetään hyväksi. Kaavat ja tieto atomeista ovat tärkeitä tuloksia. Mutta mitä oppilas saa, kun ne tarjoillaan valmiina tuotteina? Kaava voi olla tieteen tavoite mutta ei sen opettamisen väline.

*Aronsin*<sup>4</sup> mukaan fysiikanopetus on konkurssissa. Siinä tietämisessä ja taitamisessa, jota kutsutaan nimellä *scientific literacy*, valtaosa korkeakoulujen fysiikan opiskelijoista on samalla tasolla kuin koulua alkavat lapset.

<sup>1</sup> Kirjoittaja jäi 1.2.1998 eläkkeelle virasta, jonka tehtäviin kuuluu erityisesti 'opettajien fysiikan opetus'. Artikkelin kertaava jäähyväisluennon pääajatuksat. Luennon lyhentämätön teksti löytyy didaktisen fysiikan kotisivuilta <http://didactical.physics.helsinki.fi/>

<sup>2</sup> Richard P. Feynman, Robert B. Leighton & Matthew Sands: *The Feynman Lectures on Physics*. Addison Wesley 1963

<sup>3</sup> *Kaavatauti - oireet, hoito ja ehkäisy*. Matemaattisten Aineiden Aikauskirja 44, 1980, 147-153.

<sup>4</sup> Arnold B. Arons: *Teaching Introductory Physics*. New York: John Wiley & Sons 1997, 775 pp.

## Selkeä selittäminen

Opettajaksi aikovien valintahaastatteluista minulle on jäänyt mieleen heidän yksimielinen käsityksensä hyvästä opetuksesta: Se on *selkeää selittämistä*. Ensimmäisissä näkemissäni kaavakkeissa, joita yliopistossa laadittiin opetuksen laadun kyselemiseksi opiskelijoilta, tärkeimmäksi oli nostettu kysymys, osaako opettaja selittää selkeästi vaikeatkin asiat. Sen sijaan en löytänyt pienintäkään viitettä siihen, pystyykö opettaja herättämään tai edistämään oppilaan omaa prosessia. Myös opiskelijoiden omat arviot opetuksen laadusta keskittyvät siihen, miten selkeästi luennoija selittää. Harvemmin tulee esiin kyky pakottaa ajattelemaan itse.

Atomit ja kaavat ovat selkeän selittämisen didaktiikan peruspilareita. Havainnot ja kokeet ovat oikeastaan tapeettomia. Oppikirjan ja opettajan ohjekirjan mukaan peruskoulun lämpöopin aloitus alkaa suurin piirtein näin: Pöydällä on astiat kuumaa ja kylmää vettä. Oppilaat käyvät kastamassa kätensä vuoroin kumpaankin. Sitten alkaa OPETUS. "Niin", opettaja sanoo, "lämpö on molekyylien liikettä".

Tämä on ikivanhaa historiallista perinnettä, jossa tiede on papiston asia! Fyysikot ovat selittäjiä, tieteen pappeja, jotka ovat vihkiytyneet atomien ja kaavojen salaisuuksiin. Näitä sakraalisia tuotteita he armollisesti jakavat opastaen rahvasta oikean kunnioittavan käytön rituaaleihin. Mutta pyhät salaisuudet pysyvät papiston hallussa.

Ei tämä ole yksin fysiikan ongelma. *Pirjo Karvosen* (nykyisin *Hiidenmaa*) äidinkielen alaan kuuluva väitöskirjan<sup>5</sup> mukaan oppikirjatekstin ensimmäinen lause on aina luonteeltaan määritelmä, seuraavat tarkentavat sitä. Opetuksen perinne kertakaikkiaan on, että esitetään valmiita vastaansanomattomia tuloksia. Oppilaan suu suljetaan ensimmäisellä lauseella. Prosessi katkaistaan alkuunsa.

Opettajille on tuttua, että tämä on kuitenkin juuri sitä, mitä oppilaat itsekkin haluavat. He haluavat tuotteita, valmiita vastauksia ulkoa opittavaksi, ymmärtämättä toistettavaksi. *Arons* käyttää sanaa *regurgitate*. Opetamme oppilaita röyhtäilemään - atomeja ja kaavoja. Ja oppilaat tahtovat röyhtäillä. Jos sen sijaan haluamme opettaa '*scientific literacy*' kohtaamme voimakkaan muutosvastarinnan, opettajat ja opiskelijat yhteisrintamassa.

Mistä tämä saa alkunsa? Jokainen lapsi havaitsee, tulkitsee ja oppii äidinkieltä. Ympäristön havaitseminen, havaittavien olioiden ja ilmiöiden ominaisuuksien jäsentävä hahmottaminen, joka vähitellen johtaa käsitteenmuodostukseen, on jokaisen ihmisen luonnollinen prosessi. Se alkaa syntymässä, ehkä jo aikaisemminkin. Missä se katkeaa? Miten voisimme rohkaista oppilasta säilyttämään luottamuksen siihen, että hän havaitsee, näkee, kuulee, tuntee ja voi itse tulkita havaintoja ja päätellä niistä jotakin? Kysymys on enemmän rohkeuden kuin kyvyn puutteesta. Pelko, ettei ymmärrä, saa toivomaan valmiita tuotteita, joita ei tarvitsekaan ymmärtää. Pelko, ettei sulata, synnyttää röyhtäilyä. Oppilasta on autettava voittamaan kynnyspelkonsa, säilyttämään luottamus omaan prosessiin. Omiin havaintoihin ja ajatteluun on luotettava niin varmasti, että uskaltaa muuttaa ennakkomielikuviaan niiden perusteella. Tätä eivät edistä sellaiset toteamukset kuin '*that is a most abstract idea*', '*it is just a strange fact that*'.

## Kermaa ja makkaraa

Isäni oli synnytyslääkäri. "*Kermaa ja makkaraa*" on hänen kertomansa tositarina: Isovanhempien mielestä vastasyntynyt lapsi ei kehittynyt tarpeeksi hyvin. Se sai liian laihaa ruokaa. Niinpä he syöttivät lapselle kermaa ja makkaraa. Lapsi kuoli!

Tuskinpa isäni arvasi, että hän esitti samalla diagnoosin fysiikan opetuksen tilasta. Lapselle '*All matter consists of atoms*' ja kaikki hienot kaavat ovat kermaa ja makkaraa. Tarjotessamme fysiikan parhaita tuotteita, syötämme lapsille kermaa ja makkaraa - ja tapamme fysiikan idun, lupaavasti alkaneen prosessin.

Fysiikan raju teoreettinen kehitys on fantastinen kulttuurisaavutus. Mutta sen suhde opetukseen on ongelma. Se on vääristänyt käsityksemme fysiikasta oppiaineena. Teorian ja teoreettisten mallien lähes rajattomalta näyttävä selittämiskyky on johtanut teorian tarjontaan pääsisältönä, ja samalla fysiikan mystifioitumiseen. Merkityksessä *scientific literacy* fysiikkaa ei näin opita, sillä se ei ole tuotteissa vaan prosessissa. Se ei ole ulkoa opittujen lauseiden toistamista, regurgitointia, vaan luonnon lukutaitoa, kykyä havaita, tulkita havaintoja, rakentaa omia mielikuviaan havaintojen tuella ja sillä tavalla löytää näiden mielikuvien merkitys havaintojen selityksinä. On opittava alkamaan alusta uudella tavalla, ei atomeista ja kaavoista, vaan havainnoista ja ympäristön tutkimisesta, jotta nähtäisiin ja muistettaisiin, että fysiikka on pohjimmitaan

<sup>5</sup> Pirjo Karvonen: *Oppikirjateksti toimintana*. Suomalaisen Kirjallisuuden Seura, Helsinki. 1995.

havaintojen esittämistä ja havaintoihin perustuvien mielikuvien kehittämistä, ei sen kummempaa.

Niin että vaihdetaanpa kulttuuriperintöä!

Kesällä 1997 fysiikanopettajien täydennyskoulutuskurssin yhden luentoni aiheena oli *'Kanoniset puolitotuudet'*<sup>6</sup>. Nämä ovat juuri sitä kermaa ja makkaraa, lauseita, joita opitaan röyhäilemään muka selvinä määritelmänä mutta jotka eivät merkitse oppilaalle mitään. Keskusteltiin myös *Feynmanin* perintölauseesta, jolloin sain terävän kysymyksen: "Mikäs olisi professori Kurki-Suonion kulttuuriperintö?" Käänsin kysymyksen takaisin kuulijoille, ja sieltä se tuli: "*Tutkimalla saa selville*". Oppilas olisi saatava ohjatuksi valmiiden oikeiden vastauksien kyselemisestä, vastaanottamisesta ja kriittikittömästä hyväksymisestä *tiedon luomiseen*, oman itsenäisen maailmankuvan rakentamiseen.

### Opetuksen tieteellisyys

Olen osallinen kahdessa lukion fysiikan kirjasarjassa. *Kvantin*<sup>7</sup> lähtökohtana oli yleinen jäsentelyperiaate, *'ymmärtämisen portaat'*: Jokaisen aiheen käsittelyn tulee antaa käsitys siitä, mitä havaittavia *ilmiöitä (1)* aihe koskee, millä *suureilla (2)* ilmiöitä esitetään, mitä *lakeja (3)* suureet noudattavat ilmiöissä, millainen *teoria (4)* selittää, ja vielä, mitä *sovelluksia (5)* ja käytännön merkitystä ilmiöillä on.

Jäsentely on kuitenkin vain tiedon rakenne. Olennaista on portaiden kytkeminen yhteen eteneväksi, havaintojen käsitteistämisen prosessiksi. Fysiikanopettajien koulutuksen harjoituksissa prosessin alunkin löytäminen osoittautui vaikeaksi. Kerran pohdittiin pyörimisliikettä. Mikä pyörii, missä pyörimistä saattaisi esiintyä? Pitkän vaitonaisen tovin jälkeen keksittiin 'hyrrä' ja hetken kuluttua 'karuselli'. Sitten ideat ehtyivät. Lapsuudessa prosessi siis vielä toimi, mutta se on ollut poikki koko fysiikan opetuksen ajan. Ei ole ehtinyt muodostua käsitystä edes siitä perusasiasta, että pyöriminen on etenemisen rinnalla kaikkien kappaleiden liikkeen toinen vapausaste.

*Galilei*<sup>8</sup> siirtyy jäsentelystä prosessiin. Se lähestyy systemaattisesti sitä näköjään ratkeamatonta ongelmaa, miten oppikirja tukisi prosessia, eikä olisi pelkästään kokoelma tuotteita.

Kysymys on opetuksen tieteellisyydestä. Perinteistä tapaa, jossa lähdetään atomeista ja kaavoista, Arons kutsuu nimellä *backwards science*. Ei tiede voi alkaa tuloksistaan, joita se etsii. Opiskelu on tietysti eri asemassa kuin etenevä tiede. Jollakin kulttuurimme yhteisen omistuksen tasolla tuotteet ovat olemassa, mutta lapsella niitä ei ole. Hänen kannaltaan valmiista tuotteista lähteminen on, ei ainoastaan *backwards science* vaan *nonscience*, opetuksen äärimmäistä epätieteellisyyttä. Tieteellisyyttä kuitenkin tavoitellaan tarjoamalla uusimpia tuloksia, vaikka tieteellisyys onkin prosessissa eikä tuotteissa.

Opetuksen kehittämistäkin hallitsee yhä pitkälti vakaumus siitä, että tieteellisyys, tieto ja ymmärrys ovat tieteen tuotteissa. Kauan sitten konkurssin tehnyttä opetuksen ideaa tuetaan kalliilla rahalla käärimällä tuotteita uusiin houkutteleviin käärepapereihin, CD-romeihin, multimediaan ym. nykyaikaisiin hienouksiin.

Tuotteitten jakaminen on lineaarista. Poimitaan hyllyltä tuote kerrallaan tasaisessa tahdissa. Oppilas siirtää niitä samassa tahdissa omiin lokeroihinsa, jos kapasiteettia riittää,. Lineaarinen opetus etenee turvallisesti. Opettaja kontrolloi helposti etenemistään tavoitteiden mukaan.

Prosessi on toisenlainen. Tämä näkyy tieteen omasta kehityksestä. Tiede kehittyi eksponentiaalisesti. Kun rakennetaan jo opitulle, oppimisen nopeus on verrannollinen siihen, mitä on saavutettu. Tämä on orgaanisen kasvun laki, josta seuraa eksponentiaalinen kasvu. Opettajilla on kuitenkin hätä ja huoli: "ymmärtämään opettaminen on toivottoman hidasta." Ei uskota, että eksponentiaalinen kasvu, vaikka se aluksi on hidasta, jossakin vaiheessa varmasti ohittaa lineaarisen ja lopulta ylittää sen äärettömästi.

Oppimisen - ja tieteen - prosessi rakentaa jäsentävää ymmärrystä ihmismielen vuorovaikutuksessa ympäröivän todellisuuden kanssa. Ei sitä edistä mikään, mikä *'does not tell us reasons for the various formulas'*. Prosessissa *'merkitykset syntyvät ensin'*. Ne opitaan havaitsemalla ja tulkitsemalla havaintoja. Ne ovat *'reasons for the formulas'*. *'Formulas'* tulevat sitten, kun niitä tarvitaan esittämään ymmärrettyjä merkityksiä.

<sup>6</sup> Luku 4.1.4 kirjassa K. ja R. Kurki-Suonio. *Fysiikan merkitykset ja rakenteet*. Limes ry. Helsinki. 1994.

<sup>7</sup> K. Kurki-Suonio, M. Kervinen & R. Korpela (WEILIN+GÖÖS): *Kvantti 1-8* (1982-5).

<sup>8</sup> J. Lavonen, K. Kurki-Suonio & H. Hakulinen (WEILIN+GÖÖS - WSOY): *Galilei 1-8* (1994-6) sekä opettajan oppaat, joiden tekijänä viidenteen osaan asti oli myös Riitta Kurki-Suonio.

### Tavoittamattomat tavoitteet

Prosessin ongelma on tavoitteen saavuttamattomuus. Oppiminen, kuten tiedekin, tavoittelee totuutta - tai ymmärtämistä, joka on pohjimmiltaan sama asia. Todellisuus on tavoittamaton. Taiteen prosessin tavoitteen uskon yhä vanhanaikaisesti olevan kauneus. Oikeastaan vain saavuttamattomat tavoitteet voivat olla aidosti arvokkaita ja kiinnostavia. Mutta, kun tavoitellaan saavuttamattomia ihanteita, totuutta ja kauneutta, prosessi on väistämättä päättymätön.

Prosessi tulee ilmi tuotteissaan, mutta tuotteet eivät ole sama kuin tavoite. Jokainen tuote on saavutettu etappi, kun prosessi itse on päättymätön. Niinpä tieteen tuotteetkin ovat enemmän kuin joukko valmiita tuloksia, ne ovat jatkuvasti syvenevän ymmärtämisen päättymätön ketju. Tieto, käsitteet ja ymmärrys eivät ole koskaan valmiita vaan prosessin alaisina jatkuvasti kehittyviä. Tuotteista lähtevä opetus saa tieteen näyttämään joukolta irrallisia tuloksia ja hämärtää näin sen perusluonteen.

Tuotteiden rajallisuus rinnastettuna tavoitteen saavuttamattomuuteen johtaa luovan toiminnan sisäiseen ristiriitaan. Tuotteet ovat välttämättömiä, jotta prosessi voisi tulla ilmi ja rakentaa kulttuuria. Mutta, kun tavoitteena on täydellisyys, mitä se sitten onkin - totuutta, kauneutta, logiikkaa tai loogisen rakenteen muotoon puetun esityksen täydellisyyttä -, mikään tuote ei tyydytä, koska se on aina epätäydellinen. Haluamme tuotteiden kuvastavan tavoitetta. Tiedämme sen saavuttamattomuuden, mutta kuitenkin tähtäämme siihen.

*Joonas Kokkosen mukaan*<sup>9</sup> "*Alvar Aalto tiivisti hienosti luovan työn perusolemuksen: intohimo kvaliteettiin*". Kvaliteetti merkitsee tässä saavuttamatonta täydellisyyttä. Tuote ei ole koskaan kyllin hyvä: Suuri sinfonikko *Anton Bruckner* harjoitti kuoroa. Aletaan. Bruckner keskeyttää: "Hiljempää". Ja yhä uudelleen: "Vielä hiljempää!" Lopulta kuoro hermostuu eikä päästä pihaustakaan, mutta Brucknerin kasvoille leviää autuas hymy: "*Sehr gut - aber, bitte, wenn möglich noch ein bisschen leiser!*"

Logiikka kuuluu tieteeseen. Tulosten esittäminen mahdollisimman valmiina, loogisina ja kauniina tuotteina, on tutkijan ammattitaitoa. Harjoittelemalla voi oppia löytämään ajatuksilleen loogisen rakenteen nopeammin. Pyrimme ohjaamaan oppilaita loogiseen ajatteluun. Mutta oppiminen itse ei etene loogisesti, niin kuin ei tutkimuskaan. Logiikka on prosessin tavoite ei sen ominaisuus.

Tässä vaanii eräänlainen tieteen valhe. Tulokset esitetään uskotellen, että ne on luotukin loogisesti - 'tieteellisesti'. Halutaan kertoa vain löydetyistä totuudesta ja saavutetusta kauneudesta. Prosessin vaikeus ja ikuinen keskeneräisyys tuntuu häpelliseltä ja epätieteelliseltä. Tätä ilmentää monien nerojen jäljiltä löytyneiden pöytälaatikkotutkimusten suuri määrä. Sivulliset älkööt nähkö vaivalloista etsintää, hapuilua ja harhapolkuja. Ne ovat kuitenkin välttämättömät prosessin etenemiselle. Niissä piilee nerouden salaisuus. Saamme ihailla valmista timanttia ajattelematta, miten se on hiottu. Tuskin pystymme edes aavistamaan, millainen prosessi on tuotteen takana. Nerouden ongelma, tieteen prosessin intuitiivinen sisin, on ja pysyy nerojen yksityisenä salaisuutena.

Nerojen salattua prosessia emme voi ojentaa edelleen kulttuuriperintönä. Logiikasta tai kauneudesta voi päästä osalliseksi vain oman prosessin avulla, käymällä itse sisimmässään läpi luomisen ahdistuksen ja ilon. Niinpä lause, jota tarjoan *Feynmanin* atomilauseeseen sijaan, sanookin vain, että jokaisen on itse käytävä läpi oma prosessinsa. Opettajan epäkiitollinen, oikeastaan mahdollon, tehtävä on auttaa oppilasta tunkeutumaan salaisuuteen, jota opettaja itsekin ei voi tuntea.

### Sovittamaton ristiriita

Prosessin ja tuotteen ristiriita on sekä tieteen että taiteen syvin ja sovittamattomin ristiriita. Se on tavoitteen ja mahdollisuuksien, rajattoman ja rajallisen, äärettömän ja äärellisen, ja lopulta etiikan ja kaupallisuuden ristiriita, joka usein konkretisoituu luovan yksilön ristiriidaksi hallinnon kanssa.

En tiedä, onko tämä luvallista tulkintaa, mutta kuulen tämän ahdistuksen äänen *Otto Mannisen* runossa

INCOGNITO.

Sen neljän säkeen hämmentävä abstraktisuus ja äärimmäinen tiiviys, jossa jokainen sana ja jokainen välimerkki on ladattu täyteen merkitystä, ovat aina kiehtoneet minua:

<sup>9</sup> Teoksessa '*Elämäni on musiikki*', toim. Juhani Aromäki. WSOY 1980.

*Kuolo taikka voiton palmu!*

Luomisen pakko on elämän ja kuoleman kysymys. Kaikkiesi on panoksena, kun tavoittelet täydellisyiden voittopalkintoa.

- *Vastattihin vaivais-almu.*

Nöyry kerjäläiseksi! Hae stipendejä ja apurahoja. Pakota ääretön tavoitteesi pikkuprojektien ahtaisiin puitteisiin. Saat, mitä saat, jos saat.

*Otti, kiitti. - Orjan suku!*

Kiitollisena otat vastaan armopalat, mutta orja olet, pätkätyöläinen, jonka työltä kielletään jatkuvuuden oikeutus.

- *Vaiko valta, valhepuku?*

Mutta, eikö nöyryytys sittenkin kosketa vain pintaa. Sisimmässä elää arka vakaumus, että taistelu kohti tavoittamatonta täydellisyyttä on elämän syvin tarkoitus. Siinä luomisen prosessissa, lyhytnäköisten projektien kerjäläisen viitan kätkössä, on ihmisen aateluus, sen kaikki valta, voima ja kunnia.

Hallintoa, sen tehtävässä yhteiskunnan edustajana, sitoo *ulkoinen etiikka*, jonka ydin on tulosvastuu. Kaiken työn tulee keskittyä 'hyödyllisiin' projekteihin. Mutta *sisäinen etiikka*, joka palaa tutkijan tai taiteilijan sisimmässä täydellisen totuuden ja kauneuden vaatimuksena, intohimona kvaliteettiin, velvoittaa yhtä lujasti ikuiseen prosessiin kohti saavuttamatonta. Näin tuotteen ja prosessin ristiriita merkitsee, että hallinto on sovittamattomassa ristiriidassa tieteen ja taiteen kanssa, joita sen tulisi hallita. Tämä on tiede- ja taidehallinnon paradoksi.

**Hyvä ja paha**

Prosessin sisäisen ja ulkoisen etiikan ristiriidassa voi käydä niinkuin kävi *Sibeliukselle*<sup>10</sup>. Kun vain täydellinen on hyvää, kaikki vajavainen on paha. Prosessi tavoittelee hyvää, mutta voi tuottaa vain paha. Taiteen sisäinen etiikka teki hänelle lopulta mahdottomaksi sen pahan toteuttamisen, mitä tuotteen epätäydellisyys merkitsi.

Raamatun kertomus hyvän ja pahan tiedon puusta lävistää ongelman ytimen. Ajattelemme helposti, että tieto on hyvää tai paha. Sitten huomaamme, että kaikki tieto on sekä hyvää että paha. Raamattu ei puhukaan hyvästä ja pahasta tiedosta vaan hyvän ja pahan tiedosta. Maistettuani siitä puusta, tiedän sisimmässäni, mikä on hyvää ja mikä on paha. Tämä tietoisuus ahdistaa. Hyvän ja pahan ongelma ei olekaan tuotteen ongelma vaan prosessin, jokaisen ihmisen oman prosessin ongelma. Se merkitsee jatkuvaa pakkoa valita oman prosessin suuntaa ohjaavia arvoja. Se on sisintäni polttava sammumaton ahdistus, luovuuden ahdistus, josta en pääse irti, vastuu, jota tunnen olevani kykenemätön kantamaan.

Palatakseni fysiikanopetukseen, ajatus hyvästä ja pahasta yksinkertaistuu kuvaksi hyvästä ja huonosta opetuksesta, joka on pitkälti kuva prosessin ja tuotteen ristiriidasta. Opettajien kouluttajalle jää näytelmässä käärmeeen osa. Hänen tehtävänsä on houkuttaa maistamaan omenaa hyvän ja huonon opetuksen tietämisen puusta ja saada tuleva opettaja peruuttamattomasti osalliseksi fysiikan opetukseen kuuluvasta tuotteen ja prosessin ahdistavasta ristiriidasta. Sitä olen yrittänyt, ja niin puheeni onkin ollut monille käärmeeen myrkyä.

<sup>10</sup> Ks. esimerkiksi, mitä sanotaan Sibeliuksen 8. sinfoniasta teoksen 'Joonas Kokkonen - näköaloja luovuuteen ja ihmisyyteen' (toim. Elina Karjalainen. WSOY 1981) luvussa 'Esikuvista'.