

Juhlaesitelmä Limes ry:n 60-vuotisjuhlassa

Kaarle Kurki-Suonio

Tutkimus ja opetus

Tutkimus ja opetus ovat yliopiston perustehtävät. Siispä yliopistossa tutkitaan ja opetetaan. Jotta molemmat toiminnot voisivat jatkua siellä myös koulutetaan tutkijoita ja opettajia. Tämä tapahtuu pääasiassa siten, että näytetään miten tutkitaan ja kerrotaan miten opetetaan.

Tutkimusta ja opetusta sanotaan erottamattomiksi. Erottamattomuus ei kuitenkaan ole rinnasteisuutta. Opetus on tutkimukselle alistettua. Tutkimus edustaa tieteellisyyttä. Erottamattomuuden on tarkoitus taata opetuksen tieteellisyys ja tutkimuksen jatkuminen.

Molemmat taas ovat alistetut hallinnolle. Hallinto ei *a priori* kuulu yliopiston perustehtäviin. Hallinnollinen askartelu, suunnitelmat, anomukset, kertomukset ja arvioinnit, sekä lausunnot toisten suunnitelmista, anomuksista, kertomuksista ja arvioinneista ovat kuitenkin jo kauan sitten syrjäyttäneet jokapäiväisessä toiminnassa varsinaisen opetuksen ja tutkimuksen.

Yliopiston virkamatkakaaavakkeen kohdassa "matka liittyy" oli vielä muutamia vuosia sitten rastittavana vaihtoehdot: liittyy 1. hallintoon, 2. tutkimukseen, 3. opetukseen tai muuhun. Ehdotin järjestyksen vaihtamista. Hallintovirkamiesten omanarvontunto ei kuitenkaan kestänyt kohdan kolme muotoilua, 3. hallintoon tai muuhun, vaan jakoi sen kahdeksi, 3. hallintoon, 4. muuhun.

Opetuksella ei ole tutkimuksen rinnalla merkitystä urakehitykselle yliopistossa. Yleisesti ajatellaan, että hyvä tutkija on aina myös hyvä opettaja. Tämä on ammattikasvatuksen perinteinen lähtökohta. Mestarin opissa oppipojasta tulee ensin kisälli, sitten mestari. Tutkijaksi oppii mestaritutkijan opissa - entäpä opettajaksi? Mutta eteneminen yliopistollisella uralla ei ole etenemistä tieteessä vaan hallinnossa. Yleneminen hallinnossa taas vie mahdollisuudet edistyä niin tutkijana kuin opettajanakin.

Professoreilta edellytetään tutkijanpätevyyttä ja opetustaitoa, ei opettajanpätevyyttä ja tutkimustaitoa. Heillä on opetusvelvollisuus, mutta heitä mitataan tieteellisten julkaisujen lukumäärillä. Toisaalta laitoksia on alettu mitata tutkintojen lukumäärillä. Näin on luotu uusi sisäisen ristiriita yliopistoon.

Kumpikaan mittari ei kysy laatua, ei tutkimuksen eikä opetuksen. Opetuksen laatua pyritään sen sijaan arvioimaan ja opettajia kilpailutetaan. Tässä kohdassa astuvat kuvaan käsitykset siitä, millaista hyvä opettaminen on.

Opettajiksi aikovilta kysytään haastattelussa mm. heidän käsitystään hyvästä opettajasta. Ylivoimaisesti yleisin vastaus on: "Osaa selittää selvästi." Yliopistossa virkojen hakijat pitävät perinteisesti koeluennon, jonka ajatellaan mittaavan opetustaitoa. Viime kesänä järjestettiin yliopiston opettajille opetustaidon kilpailu, joka tuo minulle mieleen 40-luvulla koululaisille järjestetyt nk. henkiset kilpailut, joissa kilpailtiin esitystaidossa. Opetuksen arvioimiseksi on meidänkin tiedekunnassamme alettu järjestää kurssikyselyitä, joiden suuren joukon suurella viisaudella kootut kysymykset heijastelevat pääosin samaa ajatusta opettajasta selittäjänä ja esiintyjänä.

Oppiminen on kuitenkin oppilaan oma prosessi. *Opetus on hyvää, jos se johtaa hyvään oppimiseen.* Opettajan kyky selittää selvästi ja esiintymistaito ovat hyödylliset, mutta eivät takaa, että oppilaassa tapahtuu jotakin. Ne kertovat vain vähän opettajan taidosta saada opiskelijat toteuttamaan omaa prosessiaan. Tätä taas on ilmeisesti mahdotonta arvioida ilman pitkäaikaista seuranta.

Opetuksen tieteellisyys.

Opetuksen tieteellisyyden vaatimus näyttää tässä yhteydessä ongelmalliselta. Fysiikan peruskurssien osanottajat arvioivat opetuksen tieteellisyyttä alhaisin pistein. Tätä kommentoitiin toteamalla, ettei tieteellisyys voikaan tulla esille vielä peruskursseilla. Voisiko siis peruskurssien opetus olla hyvää olematta tieteellistä? Alhainen arvio voi tietysti johtua siitä ettei opetus todellakaan ole tieteellistä. Mutta on myös mahdollista että sen tieteellisyys on jäänyt tiedostamatta, koska ei tiedetä mitä se voisi merkitä.

Yliopistossa tehtävän *tutkimuksen tieteellisyyttä* arvioidaan sillä perusteella, miten se edistää tiedettä. Tieteellisyyttä liittyy tällöin vain eturintamassa etenevään tutkimukseen. Vaikuttaa siltä kuin tämä projisioitaisiin myös opetukseen. Opetus koetaan tieteelliseksi vain silloin, kun se on kytketty laitoksella tehtävään tutkimukseen tai kun se keskittyy kertomaan tieteen uusimmista tuloksista.

Suuren prosessin paradigma samastaa opetuksen hyvyyden sen tieteellisyyteen. Sen mukaan oppiminen ja tiede ovat samaa, tiedon ja ymmärtämisen luomisprosessia. Oppiminen on yksilön oma henkilökohtainen prosessi, kun tiede on koko ihmiskunnan yhteinen ainutkertainen prosessi.

Olennaista on, että tiedekin on prosessi. Tiede ei siis ole samaa kuin tieteen tulokset, eikä se ole pelkästään tämän prosessin tämänhetkinen kärki. Siirtyminen historiaan ei tee tutkimusta epätieteelliseksi. Tutkimus vain asettuu omalle paikalleen suuressa prosessissa.

Hyvä oppiminen merkitsee, että oppilaan omassa prosessissa toteutuvat kaikki ne peruselementit, jotka ovat olleet ja ovat välttämättömät tieteenkin edistymiselle. Pääpiirteittäin niitä voidaan analysoida kolmen kaksisuuntaisen prosessin mallilla.

1. *Tieteellinen* miten - miksi -prosessi tavoittelee ymmärtämistä. Siihen kuuluu havaitsemiseen ja kokeellisuuteen perustuva ympäristöä ja ilmiöitä jäsentävä käsitteenmuodostus ja teoria-alkuinen selittämis- tai tulkintaprosessi.

2. *Teknologinen* mitä hyötyä -prosessi tähtää ilmiöiden ja niitä koskevan teoreettisen tiedon hyödyntämiseen vastakkaissuuntaisten keksimis- ja soveltamisprosessien avulla.

Yhdessä nämä kaksi muodostavat kokonaisuuden, jonka avulla ihminen tutkii ja muokkaa ympäristöään, rakentaen itselleen mielikuvia, merkityksiä ja elämään vaikuttavia tuotteita.

3. *Sosiaalinen* prosessi sitoo yksilön sosiaalisen ympäristönsä eri kerroksiin, joka yhteisönä käy tieteellis-teknologista merkitysten ja tuotteiden rakentamisen prosessia. Tieteessä, kuten muussakin elämässä, voi olla vain kielen välityksellä yhteisesti sovittuja merkityksiä.

Peruskursseillakin harjoitetaan ainakin joitakin tieteen metodisia peruselementtejä. Ongelmana saattaa olla yksipuolinen rajoittuminen vain yhteen kolmesta prosessista tai vain yhden prosessin yhteen suuntaan. Erityinen viehtymys fysiikan opetuksen kaikilla tasoilla on teorialähtöiseen opetukseen. Teoria edustaa tieteen korkeimpia tavoitteita. Se on sitä parasta, joka halutaan tarjota myös opiskelijalle alusta alkaen. Tällöin kokeellisuuskin, jota demonstrointi ja laboratoriotyöt edustavat, saattaa jäädä vain teoreettisten tulosten todentamiseksi, jolloin sekin palvelee teoreettista lähestymistä. Tällainen yhden prosessin opetus ei täytä tieteellisyyden vaatimuksia.

Opettaja voi myös pyrkiä tietoisesti virittämään kaikkia tieteellisyyden vaatimia prosesseja tasapuolisesti ilman, että tämä välittyy opiskelijoille. Ehkä oppiminen voi tällöin muodostua hyväksi ilman, että oppija tulee tietoiseksi opetuksen tieteellisyydestä. Voi myös olla, että opiskelija on oman

historiansa vuoksi tiedostamattaan immuuni joillekin opettajan virityksille, eikä sen tähden kykene hyvään tieteelliseen oppimiseen. Tietoisuus tieteellisyyden prosesseista ja niiden suhteesta omaan oppimiseen, nk. metakognitio saattaisi avata joidenkin umpikujan. *Opetuksen tieteellisyyden toteutuminen saattaa siis vaatia tieteellisyyden opettamista.*

Opettajan omat ponnistukset eivät kuitenkaan riitä, koska oppilas on se, jonka on opittava. Opetuksen tieteellisyys voi toteutua vain, jos oppilas itse suunnittelee, kokeilee ja toteuttaa, itse pohtii ja päätelee, itse soveltaa, rakentaa, keksii ja ratkaisee ongelmia. Oppilas tarvitsee välttämättä myös oppimisyhteisöä voidakseen oppia puhumaan mielekkäällä tavalla havainnoistaan ja päätelmistään.

Opettajan vaikeimpia taitoja näyttää olevan vaikeneminen oikeaan aikaan. Tunnollisen opettajan omatunto soimaa laiskuudesta, jos hän panee oppilaat töihin ja vetäytyy tarkkailemaan. Kuitenkin hän tietää periaatteessa, ettei tietoja pinoon latomalla paljon saavuteta. Oppiminen perustuu silloin auktoriteettiin ja etenee parhaimmillaankin vain lineaarisesti. Oppilaan oman prosessin käynnistyminen johtaa oppimiseen, jossa kaikki opittu nopeuttaa uuden oppimista. Tästä seuraa oppimisen orgaanisen kasvun eksponentiaalinen laki.

Tieteellisyys opettajien koulutuksessa.

Fysiikan opettajan suuntautumisvaihtoehtoon tulee yhä aivan liian vähän opiskelijoita. Pyrkijöitä 25 opiskelijajapaikalle on viime vuosina ollut noin 15. Tämä on toki paljon enemmän kuin 80-luvun keskimääräinen 4. Mutta vain murto-osa heistä ilmaantuu koulutukseen.

Opiskelijoiden valikoitumista ohjaavat samanlaiset arvoasetelmat kuin yliopiston hallinnon ja opettajien toimintaa. "Aina" on ajateltu - tämän on tuttua jo omalta opiskeluajaltani -, että opettajan pätevyys on vain parempien tulevaisuuden suunnitelmien hätävara.

Keskusteluissa opiskelijoiden kanssa ylivoimaisesti useimmin mainitut negatiiviset tekijät ovat opettajan uran yleinen yhteiskunnallinen arvostuksen puute, alhainen palkkataso ja olemattomat mahdollisuudet edetä uralla.

Opiskeluympäristön paine, ts. tovereiden ja opettajien väheksyvä suhtautuminen, tulee keskustelussa myös yllättävän voimakkaana tekijänä esiin. Merja Punto ja Ursula Ahvenisto tekivät muutama vuosi sitten tutkimuksen: "*Fysiikan opintojen mielekkyys ja merkitys*". Sitä tehdessään he haastattelivat suurta joukkoa opettajaksi opiskelleita ja opiskelevia. Kulissien takainen tieto näistä haastatteluista kertoi, että tiedekunnassamme, maantiedettä lukuunottamatta, opettajan suuntautumisvaihtoehdon opiskelijat saavat kokea olevansa toisen luokan kansalaisia.

Monien opiskelijoiden kysymyksistä kuultaa myös pelko, että opettajaksi opiskelu johtaa koulutukselliseen umpiperään, jossa tulevat valinnan ja jatko-opintojen mahdollisuudet ovat olemattomat. Pelon ja arvostuskysymysten taustalla piilee mielikuva opettajakoulutuksen alemmasta tieteellisyyden asteesta.

Miten sitten opettajankoulutus eroaa tutkijankoulutuksesta ja pitääkö sen olla erilaista? Mitä ovat tutkijuus ja opettajuus ammatteina? Matematiikka ja fysiikka ovat vanhoja rakenteellisia tieteitä, joissa nykyaikainen tutkimus on kauempana koulun tai peruskurssien matematiikasta ja fysiikasta kuin millään muulla alalla. *Tutkijankoulutuksessa* opiskelija pitää nostaa nopeasti tieteen suuren prosessin eturintamassa etenevälle aallonharjalle. On kiire erikoistua. Päälle painaa lounasmaalainen hätä päästä väittelemään puberteetissa.

Opettaja ei kuitenkaan voi olla mikään hyvän ja pahan tiedon puun latvaan nostettu Tarzan. Hänen kysymyksiään ovat: Mistä fysiikka alkaa? Miten fysiikan käsitteet syntyvät? Miten suuri prosessi

saadaan käynnistymään kussakin oppilaassa erikseen? Miten se saadaan etenemään kohti päämääräänsä? Ja päämääräkin opettajan pitää tuntea. Hänelle ei riitä kiipeily puun latvassa ja hedelmien poimiminen sieltä, spesialiteetti, joka rajoittaa hänen prosessinhallintansa teoreettiseen laskennalliseen manipulaatioon tai koetekniikkaan tietyllä suppealla tutkimuksen alueella. Opettajan on tunnettava tieteensä juuret ja runko, sen prosessin dynamiikka, jotta hän pystyisi tunnistamaan sen vaiheet ja rakenteelliset puutteet ensin itsessään, sitten jokaisessa oppilaassaan.

Opettajan pitäisi myös tuntea tieteensä historiaa, nähdäkseen miten tieto ja ymmärrys on aikanaan luotu ja kehittynyt, jotta hän ymmärtäisi, miten se voidaan luoda uudelleen oppilaan oman prosessin puitteissa.

Opettajan pitää nähdä nämä prosessit ja niiden edellytykset sekä oppilaan että fysiikan kannalta. Sitä varten hän tarvitsee ja saa koulutusta myös kasvatustieteessä. Ihmissuhdevalmiudet, joita tämän koulutuksen ajatellaan hänelle antavan, ovat nykyisin korkeassa kurssissa. Opettajan pätevyyttä voidaan syystä pitää monipuolisempänä ja laaja-alaisempänä kuin erikoistuneen tutkijan pätevyyttä.

Myös opettajankoulutuksen pitää olla tieteellistä. Tämä ilmenee jo siitä, että opettajilta - viime syksystä alkaen jopa lastentarhanopettajilta - edellytetään yliopistossa suoritettua tutkintoa, joka määritelmän mukaan on "tieteellistä koulutusta".

Aineenopettajan tutkinto suoritetaan ainetiedekunnassa, jolloin myös tieteellisyys tulee osoittaa siellä. *Pro gradu* -opinnytyksen pitäisi olla opettajankin tutkinnossa tieteellisyyden sinetti.

Kysymys opettajan työn ja koulutuksen tieteellisyydestä joutuu vielä kriittisempään tarkasteluun opettajan tutkintoon perustuvassa jatkokoulutuksessa. Se on syksyllä perustetun *Opettajien matematiikan, fysiikan ja kemian valtakunnallisen tutkijakoulun* keskeinen periaate- ja linjakysymys, josta keskustelu koulun 19 jäsenlaitoksen kesken on vasta alullaan.

Tutkijakoulun ensisijaiseksi tavoitteeksi on asetettu *matemaattisten aineiden opetuksen kehittäminen Suomessa*. Tämä tehtävä on koulun tutkimusprofiilin ja sen tieteellisyyden luonteen määrittämisen lähtökohta. Kun jatkotutkintoja koulun puitteissa voi suorittaa sen kaikissa jäsenlaitoksissa, tieteellisyyttä joudutaan arvioimaan sekä ainelaitosten että kasvatustieteen kannalta. Vastuulaitoksesta riippuen tutkintoja voidaan siten luonnehtia esimerkiksi joko didaktisen fysiikan tai fysiikan didaktiikan alaan kuuluviksi.

Tutkintojen *monitieteisyys* on väistämätön, koska ongelmat ovat monitieteisiä. Kasvatustieteen, fysiikan, matematiikan, kemian ohella niihin kytkeytyy ainakin psykologian, aistin- ja aivofysiologian, tieteen historian ja filosofian, sosiologian, kielitieteen - niin ja tietysti juuri professuurin saaneen kognitiotieteen - näkökulmia. Fysiikan opettajan pitäisi olla monitieteisyyden spesialisti.

Tästä seuraa ongelmia, joihin ainelaitoksissa ei ole totuttu. Erityisesti *tutkimusmetodi* nousee aivan eri tavalla keskeiseksi kriteeriksi. Vaikutelmani on, että fysiikan tutkimus on metodisesti ongelmatonta. Tutkimukset voivat olla kokeellisia, teoreettisia tai soveltavia. Paljon muuta niiden metodista ei ole tarpeen sanoa, työn detaljeja lukuunottamatta. Tulokset ovat oikeita tai vääriä, kehitetyt laitteet ja menetelmät toimivat hyvin tai huonosti, ovat käyttökelpoisia tai epäkelpoja. Tieteellisyyden arviointi voi siten rajoittua tulosten merkitykseen tieteen edistymisen kannalta.

Monitieteisessä tutkimuksessa joudutaan aivan toisella tavalla pohtimaan tieteellisyyden edellytyksiä. Metodikysymyksistä tulee keskeinen, haastava ja mielenkiintoinen ongelma, jonka selvittäminen vaatii tieteen prosessien analysointia.

Millaista pitäisi olla esimerkiksi *didaktisen fysiikan* tutkimuksen tieteellisyyden? Kysymyksessä on

opetuksen ongelmien tutkimus fysiikan näkökulmasta käsin. *Pro gradu* -tutkimusten osalta olen esittänyt, että fysiikan käsitteellisen ja metodisen rakenteen analyysiin nojautuva *opetuksen rakenteistaminen* sisältää keskeisen tieteellisyyden elementin, jonka tulisi riittää. Se voidaan rinnastaa tieteelliseen käsitteenmuodostuksen prosessiin. Tietyssä mielessä se on teoreettista tutkimusta, joka perustuu lähtökohdaksi asetettuihin rakenteellisiin periaatteisiin. Se voi olla opetustilanteiden, oppikirjojen, käsitehistorian jne. analysointia tämän rakenteen näkökulmasta. Se voi olla myös suoraan opetussovelluksiin tähtäävää, jolloin sen opetuskäytön tutkimus tulee luonnolliseksi kasvatustieteelliseksi jatko-ongelmaksi.

Tällaisia ajatuksia olen tarjonnut lähtökohdaksi myös tutkijakoulun puitteissa käytävälle keskustelulle.

Postludium

Tätä esitystä pohtiessani tutkiskelin hartaasti Limeksen 50-vuotishistoriikkaa muistellen samalla Limeksen viimeaikaista toimintaa. Tämän esitelmän peruskysymyksillä on aina ollut Limeksen toiminnassa keskeisellä sijalla. Korostukset ovat vaihdelleet aikojen kuluessa, mutta on ilmeistä, että Limes on huolehtinut, usein paremminkin kuin yliopiston opettajat, hyvän oppimisen edellytyksenä olevasta tieteellisestä, teknologisen ja sosiaalisen prosessin tasapainosta. Limeksellä on ollut ja on sen tähden tärkeä osansa yliopiston perustehtävien, opetuksen ja tutkimuksen toteuttamisessa.

Onnittelen Limestä sen 60-vuotisesta toiminnasta ja toivotan Limekselle onnea ja elinvoimaa sen työssä paremman opetuksen ja tutkimuksen sekä paremman opettajien ja tutkijoiden koulutuksen puolesta.