

Tieteellisen ajattelun oppiminen ja opettaminen yliopistoissa

Heidi Salmento

Tieteellisen tutkimuksen avulla tuotettu tieteellinen tieto on yksi demokraattisen yhteiskuntamme toiminnan kulmakivistä. Tieteellistä tietoa käytetään päätöksenteon tukena ja sen kautta edistetään yhteiskuntamme toimintaa useilla eri tasoilla ja osa-alueilla. Uusissa ja muuttuvissa tilanteissa tarvitaan tiedeyhteisön rakentamaa tietopohjaa, johon voidaan nojata ja jota voidaan tieteellisen tutkimuksen menetelmin rakentaa vastaamaan ajankohtaisia ja tunnistettuja tulevaisuuden tarpeita. Tähän aiheeseen syvennyin väitöskirjassani *Learning and Teaching Scientific Thinking at Universities* (Salmento, 2023).

Tieteellinen tieto arjessamme

Vaikka emme aina kiinnittäisi siihen tietoisesti huomiota, tieteellinen tieto on läsnä jatkuvasti arjessamme. Esimerkiksi ruoanlaitossa käyttämämme kodinkoneet ovat tieteellisen tutkimus- ja kehitystyön tulosta, samoin kuin ruoka-kauppojen kassajärjestelmät ja tuotteet, joita kaupasta ostamme. Myös sääennusteet perustuvat tieteellisiin malleihin. Uusiutuvan energian teknologiat, kuten aurinkoenergia ja tuulivoima, ovat kehittyneet ja kehittyvät edelleen tieteellisen tutkimuksen ansiosta samoin kuin vaikkapa terveydenhuolto- tai koulutusjärjestelmämme toiminta. Arjessa käyttämämme tekniikka, joka on niin ikään tutkimus- ja kehitystyön tulosta,

vaikuttaa tapoihimme toimia, etsiä tietoa ja olla vuorovaikutuksessa muiden ihmisten kanssa. Vaikka emme aktiivisesti seuraisi tieteellisiä julkaisuja, tieteellisessä keskustelussa pinnalla olevat asiat tavoittavat meidät medioiden kautta. Esimerkiksi tieteellinen tieto ilmastonmuutoksesta, luonnon monimuotoisuuden vähenemisestä ja muista ympäristökysymyksistä saattaa kannustaa meitä tekemään ympäristötietoisempia ja kestävämpiä valintoja arjessamme.

Tieteellisen ja epätieteellisen tiedon yhtälö

Saatavilla oleva tiedon määrä on lisääntynyt käsi kädessä teknologisen kehityksen myötä. Myös tiedon jakaminen erilaisten sosiaalisen median kanavien kautta on jo pitkään ollut helppoa ja nopeaa. Kehityssuunta on ollut toivottava ja tiedon saavutettavuus on demokraattisen yhteiskuntamme toiminnan perusedellytyksiä. Samalla kun tieteellistä ja tutkittua tietoa on tullut saataville enenevässä määrin tiedeyhteisöjen ulkopuolella, myös muunlaisen tiedon määrä ja saavutettavuus on kasvanut eksponentiaalisesti. Mediassa usein tiivistetyssä muodossa esitetty tutkimustieto saattaa poiketa sen alkuperäisestä merkityksestä ja sosiaalisessa mediassa tieteellinen tieto esiintyy usein kytkeytyneenä muuhun, ei-tieteelliseen tietoon. Koska eri kanavia pitkin saavutettu tieto vaikuttaa ihmisten toimintaan ja päätöksentekoon, nykyti-

lanne asettaa paineita entisestään ihmisten taidoille arvioida kriittisesti tietoa, oli se sitten itse etsittyä, sosiaalisessa mediassa jaettua tai tekoälysovellusten avulla generoitua. Näitä taitoja tarvitsevat ihan kaikki – erityisesti yliopistoista valmistuvat opiskelijat.

Tieteellisen ajattelun kehittyminen yhtenä yliopisto-opintojen keskeisimmistä tavoitteista

Yliopistojen tehtävänä on valmistaa opiskelijoita toimimaan asiantuntijatehtävissä yhteiskunnassamme. Niissä tarvitaan taitoja käyttää tieteellistä tietoa päätöksenteon ja ongelmien ratkaisun tukena. Tämän vuoksi tieteellisen ajattelun kehittyminen nähdäänkin yhtenä yliopisto-opintojen keskeisimmistä tavoitteista. Ihmisten ajattelutaidot ovat aina kiehonneet minua, ja aloin maisterivaiheessa pohtia, mitä tieteellisellä ajattelulla itse asiassa yliopistoissa tarkoitetaan. Tähän liittyy vahvasti kysymys siitä, millaisia tieteellisen ajattelun taitoja opiskelijoiden odotetaan oppivan, ja toisaalta, millaisiin asioihin niiden opettamisessa olisi hyvä kiinnittää huomiota. Käsite *tieteellinen ajattelu* ymmärretään tieteellisen ajattelun tutkimustraditiossa eri tavoin riippuen esimerkiksi siitä, kenen tieteellinen ajattelu on tarkastelun kohteena. Osa tieteellisen ajattelun tutkimuksesta perustuu esimerkiksi lasten tieteellisen ajattelun

kehittymiseen tai jollekin tieteenalalle tyypillisten ongelmien ratkaisuun, ja osa taas pyrkii yleisellä tasolla määrittelemään tieteellistä ajattelua. Nämä teoriat vaikuttivat olevan kuitenkin joko liian kapeita tai liian laajoja selvittämään sitä, mitä tieteellisen ajattelun voitaisiin ymmärtää yliopistokontekstissa tarkoittavan.

Tieteellinen ajattelu yliopistokontekstissa

Väitöskirjatutkimukseni lähtökohtana oli siis tarve rakentaa ymmärrystä siitä, miten tieteellinen ajattelu voitaisiin määritellä yliopistokontekstissa. Tämän selvittämiseksi kahdessa ensimmäisessä osatutkimuksessa (Salmento & Murtonen, 2019; Murtonen & Salmento, 2019) tutkimme sekä yliopiston opiskelijoiden että opettajien käsityksiä tieteellisestä ajattelusta. Tutkimusten tuloksena löysimme viisi keskeistä tieteellisen ajattelun elementtiä, jotka korostuivat sekä opiskelijoiden että opettajien vastauksissa. Näitä olivat kriittinen ajattelu ja tieteeseen liittyvien peruskäsitteiden ymmärtäminen, epistemologisen ymmärryksen kehittyminen, tutkimustaidot, tieteellisen päättelyn taidot ja kontekstuaalinen ymmärtäminen.

Kriittinen ajattelu

Kriittinen ajattelu nousee usein esiin keskusteluissa tieteellisestä ajattelusta kontekstista riippumatta, ja yhteiskunnassamme tuntuukin vallitsevan yleinen ymmärrys tieteen ja kriittisen ajattelun yhteydestä. Kriittinen ajattelu ymmärretään kuitenkin eri tavoin eri konteksteissa, ja sitä, kuten muitakin tieteellisiä käsitteitä, käytetään usein eri tavoin niin arkikeskusteluissa kuin tiedeyhteisön keskuudessa. Arkikes-

kusteluissa kriittinen ajattelu voidaan joskus ymmärtää esimerkiksi mielipiteenä tai valintojen tekemisenä toisensa poissulkevista vaihtoehdoista, kun taas tieteellisessä merkityksessä käsitteeseen liittyy erilaisten näkökulmien tunnistamista, arviointia ja yhdistelyä päätöksenteon ja ymmärryksen rakentamisen tueksi.

Tieteeseen liittyvien peruskäsitteiden ymmärtäminen

Kriittisen ajattelun lisäksi monia muitakin tieteeseen liittyviä peruskäsitteitä käytetään eri merkityksessä arkipuheessa ja tieteellisessä kontekstissa. Arkikielessä esimerkiksi käsite teoria voi viitata arvailuun tai spekulatioon, kun taas sen tieteellisessä merkityksessä viitataan empiiristen havaintojen perusteella systemaattisesti tieteellisiä menetelmiä käyttämällä rakennettuun yleistykseseen, jonka avulla pyritään ymmärtämään ja kuvaamaan tutkimuksen kohteena olevaa ilmiötä. Koska tieteeseen liittyvien yleisimpien käsitteiden ymmärtäminen todettiin kahden ensimmäisen osatutkimuksen valossa perustavanlaatuisiksi tieteellisen ajattelun elementiksi, kolmannessa osatutkimuksessa (Salmento ym., 2021) halusimme selvittää, millaisia käsityksiä opiskelijoilla on yhdestä keskeisimmästä tieteen peruskäsitteestä, tässä tapauksessa käsitteestä teoria. Tulosten mukaan käsitteen kuvaaminen sen tieteellisessä merkityksessä oli haastavaa sekä aloiteleville että valmistumassa oleville opiskelijoille. Yli puolet aloittelevista opiskelijoista ja melkein puolet myös valmistumassa olevista opiskelijoista kuvasivat käsitettä sen arkikielessä käytetyssä merkityksessä tieteellisen merkityksen sijaan.

Käsitteellisen muutoksen tukeminen

Käsite teoria ja muut keskeisimmät tieteeseen liittyvät käsitteet mainitaan kyllä yliopistojen muutenkin laadukkaissa opetussuunnitelmissa. Jäin kuitenkin miettimään sitä, täytyisikö niiden oppimisen tukemiseen kiinnittää entistä tietoisemmin huomiota. Käsitteellisen muutoksen tukemiseksi olisi tärkeää selvittää, millaisia ennakkokäsityksiä opiskelijoilla on oppimisen kohteena olevasta käsitteestä tai ilmiöstä. Olennaisen tärkeää on saada opiskelijat reflektomaan omia käsityksiään ja käsitteellisen muutoksen teorian mukaisesti tietoisesti törmäyttää arkikäsitteitä tieteellisten käsitysten kanssa. Kannustaminen metakognitiiviseen toimintaan eli pyrkimykseen ymmärtää omaa ajattelua on tärkeää samoin kuin tietoinen huomion kiinnittäminen muiden ajatteluun ja ymmärrykseen samoista ilmiöistä tai käsitteistä. Arkikäsitteet myös palautuvat herkästi tai kietoutuvat yhteen opittujen tieteellisten käsitteiden kanssa. Tämän vuoksi on tärkeää, että käsitteet seuraavat systemaattisesti mukana opintojen läpi ja niihin palataan eri kursseilla. Sekä opiskelijat että opettajat näkivät tieteellisten käsitteiden ymmärtämisen oleellisena myös tutkimustaitojen oppimisen näkökulmasta.

Tieteellinen ajattelu tutkimustaitojen ja epistemologisen ymmärryksen kehittämisen vuoropuhelua?

Tutkimustaidoista muodostui keskeinen elementti osatutkimuksissa muodostettua tieteellisen ajattelun teoriaa. Sekä opiskelijat että opettajat näkivät tutkimustaitojen oppimisen tärkeänä tieteellisen

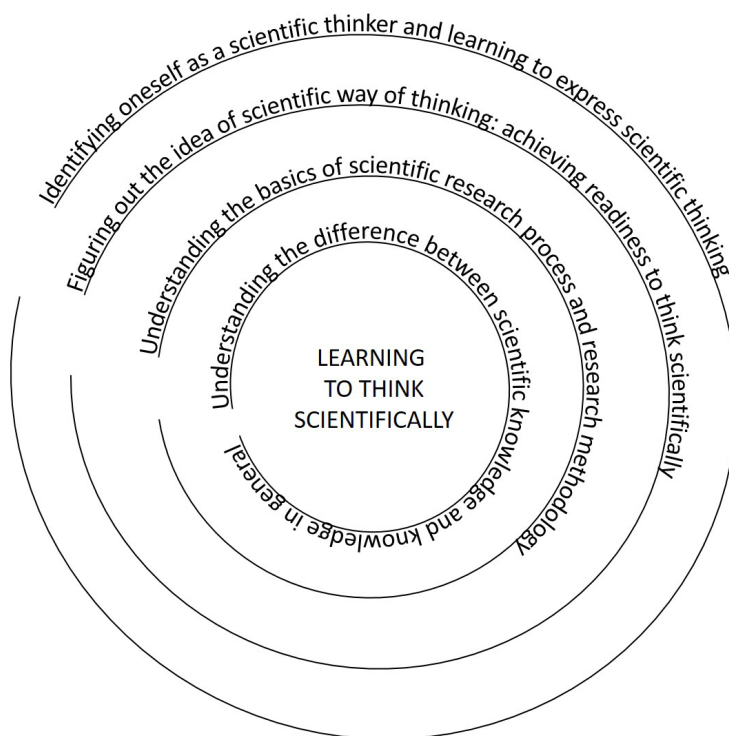
ajattelun kehittymisen kannalta. Aiemmissa tutkimuksissa (esim. Balloo ym., 2018; Murtonen, 2005, 2015) on kuitenkin havaittu, että opiskelijoilla on haasteita tutkimustaitojen oppimisessa, esimerkiksi keskeisimpien tieteellisten käsitteiden sekä tutkimusmenetelmien ymmärtämisessä. Pyrkinessäni ymmärtämään osatutkimusten tulosten valossa, mikä prosessista tekee opiskelijoille haastavaa, päädyin kerta toisensa jälkeen erilaisen tiedon muotojen epistemologiaan liittyviin kysymyksiin. Toisin sanoen päädyin pohtimaan tiedon luonnetta ja alkuperää erilaisissa tiedon muodoissa. Tieteellinen tieto kuitenkin poikkeaa merkittävästi sekä luonteeltaan että alkuperältään muusta tiedosta. Toisin kuin tieteellinen tieto, arkitieto harvoin perustuu systemaattiseen tieteelliseen tutkimusprosessiin.

Jotta voi ymmärtää, millaista tieteellinen tieto on luonteeltaan, täytyy ymmärtää menetelmiä, joilla sitä tuotetaan. Toisaalta, jotta voidaan ymmärtää tieteellisen tutkimuksen menetelmiä, tarvitaan ymmärrystä tieteellisen tiedon luonteesta. Väitöskirjaprosessin myötä aloin nähdä tieteellisen ajattelun ytimessä jatkuvasti enemmän tutkimustaitojen ja epistemologisen ymmärryksen kehittymisen vuoropuhelua.

Tieteellisen ajattelun oppimisprosessiin liittyviä vaiheita

Tämä havainto vahvistui neljännessä osatutkimuksessa (Salmento ym., tulossa), jossa syvennyimme tieteellisen ajattelun oppimiseen ja opettamiseen liittyviin kysymyksiin. Tutkimus toteutettiin jär-

jestämällä fokusryhmähaastatteluita yliopiston opettajille ja sen tavoitteena oli lisätä ymmärrystä tieteellisen ajattelun kehittämisestä oppimisprosessina. Aiemmin kuvaamani tieteellisen ajattelun elementit tunnistettiin myös tässä tutkimuksessa. Analyysissa keskityimme kuitenkin etsimään vastauksia siihen, millaisia kriittisiä vaiheita tieteellisen ajattelun oppimisprosessiin liittyy. Näiden vaiheiden tunnistamisen ajateltiin lisäävän ymmärrystä siitä, millaisiin asioihin tieteellisen ajattelun taitojen oppimisessa voisi olla hyvä kiinnittää huomiota. Fokusryhmähaastatteluisa tunnistetut tieteellisen ajattelun oppimiseen liittyvät haasteet liittyivät pitkälti tutkimustaitojen oppimiseen ja episteemisen ymmärryksen kehittymiseen. Opettajat rakensivat jaettua ymmärrystä tieteellisen



Kuvio 1. Tieteellisen ajattelun oppimisprosessin liittyviä vaiheita.

ajattelun oppimisprosessista pohdittamalla yhdessä ratkaisuja näihin tunnistettuihin haasteisiin. Tutkimuksen tulosten perusteella muodostettiin malli (ks. kuvio 1, s. 27), joka kuvaa siinä tunnistettuja tieteellisen ajattelun oppimiseen liittyviä vaiheita.

Tieteellisen tiedon luonne

Opiskelijoiden ajattelu perustuu usein erityisesti opintojen alussa ei-tieteelliseen tietoon, jota he ovat tottuneet käyttämään arjessaan, ja opiskelijoilla on erilaisia uskomuksia siitä, millaista tieteellinen tieto on. Eri tieteenalojen opettajat esittivät esimerkiksi havaintojaan siitä, että tieteellisen tiedon usein oletetaan olevan varmaa ja muuttumatonta. Tieteellisen ajattelun kehittymisen lähtökohdaksi muodostui tieteellisen tiedon spesifin luonteen ymmärtäminen. Opiskelijoiden kanssa olisi siis tärkeää käydä keskustelua siitä, millaista tieteellinen tieto on, miten se syntyy ja miten se eroaa muusta tiedosta.

Tutkimusprosessin ja tutkimusmenetelmien ymmärtäminen

Tieteellisen tiedon luonteen ymmärtäminen luo pohjaa tutkimustaitojen oppimiselle. Vaikka opiskelija ei tulisi työssään tekemään tutkimusta, tutkimusprosessin ja tutkimusmenetelmien ymmärtäminen on tärkeää, että opiskelijat pystyvät asiantuntijatehtävissä hyödyntämään muiden tekemää tutkimusta. Tutkimusmenetelmien ymmärtäminen auttaa arvioimaan tieteellistä tietoa kriittisesti, mikä on oleellista esimerkiksi silloin, kun etsii tietoa päätöksenteon ja valintojen tueksi. Opiskelijoiden tulisi hahmottaa, että tieteellinen

tieto on aktiivisen tutkimusprosessin tulos ja yksi asiantuntijoiden tärkeimmistä työvälineistä tieteenalasta riippumatta.

Valmiudet tieteelliseen ajatteluun

Vaikka tutkimustaitoja harjoitellaan esimerkiksi opinnäytetöitä tekemällä, opettajat näkivät opiskelijoiden tutkimustaitojen jäävän herkästi pinnallisiksi. Kuitenkin yhdessä mallin aiemmissa vaiheissa esitettyjen taitojen oppimisen ohella ne luovat riittävän pohjan valmiuksien kehittymiselle tieteelliseen ajatteluun. Eräs opettaja totesi:

Sellainen vakavasti otettavan tutkimuksen tekemisen taito ei varmastikaan yleensä ottaen kehity, eikä ole varmaan tietysti tarkoituskaan, vaan se on sitten joku muu, esimerkiksi jatko-opintojen paikka. Mutta se, mitä muuta siinä kaikkea oppii samalla, niin ennen kaikkea ehkä se, minkä mun mielestä jo kandiopiskelijat huomaa, että oli aihe mikä hyvänsä, kun johonkin asiaan tarttuu ja siihen alkaa perehtyä, niin huomaa, miten paljon moniulotteisempi ja monimutkaisempi se oli kuin miltä se alun perin näytti. Jos tämä jää mieleen yliopisto-opiskelusta, niin se kantaa pitkälle, oli sitten työssä missä hyvänsä. Ehkä se on juuri sitä tieteellistä ajattelua.

Taidot ilmaista tieteellistä ajattelua

Mallin viimeiseksi vaiheeksi tunnistettiin taidot ilmaista omaa tieteellistä ajatteluaan ja itsensä identifioiminen tieteelliseksi ajattelijaksi. Opettajat näkivät tämän

pitkälle edenneenä tieteellisen ajattelun taitona ja kokivat, että opiskelijat usein tarvitsevat rohkaisua tulosten esittämisen jälkeiseen tulkintaan ja sen esiin tuomiseen, mitä he itse saaduista tuloksista ajattelevat suhteessa työn teoreettiseen viitekehykseen.

Yhteenveto

Väitöstutkimukseni perusteella tieteellisen ajattelun taitojen merkitystä pitäisi siis kirkastaa yliopistoissa. Erityisen tärkeää olisi nostaa tieteellinen ajattelu keskiöön entistä enemmän opetussuunnitelmatyössä ja panostaa linjakkuuteen siten, että tieteellisen ajattelun taidot muodostaisivat punaisen langan opintoihin. Tieteellisen ajattelun taitojen nostaminen keskusteluun yliopisto- ja tiedekuntatasolla on tärkeää, jotta ne saadaan näkyviksi opettajille ja ennen kaikkea opiskelijoille. Koska kyse on korkeatasoisten ajattelutaitojen kehittämisestä, niiden taitava tukeminen edellyttää opettajilta pedagogista osaamista. Tämä korostaa yliopistopedagogisen koulutuksen merkitystä. Professori Erno Lehtinen on todennut, että vaikka yliopisto-opetuksen tavoitteena on valmentaa opiskelijoita toimimaan asiantuntijatehtävissä, opiskelijat eivät valmistuessaan ole asiantuntijoita. Väitöstyöni perusteella esitän saman koskemaan myös tieteellistä ajattelua. Vaikka tieteellisen ajattelutavan oppiminen on yksi yliopistokoulutuksen keskeisimmistä tavoitteista, yliopistosta valmistuvat opiskelijat eivät ole valmiita tieteellisiin ajattelijoita. Tieteellisen ajattelun taitojen oppimista ja opetusta tulisikin lähestyä siitä näkökulmasta, miten pystymme opetuksessamme tukemaan opiskelijoita saavuttamaan mahdollisimman hyvät valmiudet tieteellisen ajattelun kehittymiselle. ■

Lähteet

- BALLOO, K., PAULI, R. & WORRELL, M. (2018). Conceptions of research methods learning among psychology undergraduates: AQ methodology study. *Cognition and Instruction*, 36(4), 279–296. <https://doi.org/10.1080/0737008.2018.1494180>
- MURTONEN, M. (2005). University students' research orientations - Do negative attitudes exist toward quantitative methods? *Scandinavian Journal of Educational Research*, 49(3), 263–280. <https://doi.org/10.1007/s10734-008-9113-9>
- MURTONEN, M. (2015). University students' understanding of the concepts empirical, theoretical, qualitative, and quantitative research. *Teaching in Higher Education*, 20(7), 684–698. <https://doi.org/10.1080/13562517.2015.1072152>
- MURTONEN, M. & SALMENTO, H. (2019). Broadening the theory of scientific thinking for higher education. Teoksessa M. Murtonen & K. Balloo (toim.), *Redefining scientific thinking for higher education: higher-order thinking, evidence-based reasoning and research skills* (s. 3–29). Palgrave Macmillan. https://doi.org/10.1007/978-3-030-24215-2_1
- SALMENTO, H. (2023). *Teaching and Learning Scientific Thinking at Universities* (Turun yliopiston julkaisu – Annales Universitatis Turkuensis B 650 Humaniora, 50) [väitöskirja, Turun yliopisto]. UTUpub. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-951-29-9534-9>
- SALMENTO, H. & MURTONEN, M. (2019). The roles of epistemic understanding and research skills in students' views of scientific thinking. Teoksessa M. Murtonen & K. Balloo (toim.), *Redefining scientific thinking for higher education: Higher-order thinking, evidence-based reasoning and research skills* (s. 31–57). Palgrave Macmillan. https://doi.org/10.1007/978-3-030-24215-2_2
- SALMENTO, H., MURTONEN, M. & IISKALA, T. (Tulossa). Teaching university students to think scientifically: Focus on epistemic understanding and research skills.
- SALMENTO, H., MURTONEN, M. & KILEY, M. (2021). Understanding teacher education students' research competence through their conceptions of theory. *Frontiers in Education*, 6, 461–470. <https://doi.org/10.3389/educ.2021.763803>