

Oppilaille relevanttien arkipäivän kokeellisten työohjeiden kehittäminen yritys yhteistyössä lukion kemian opetukseen

Veli-Matti Ikävalko

Kemian opettajankoulutusyksikkö, Kemian laitos, Helsingin yliopisto •
veli-matti.ikavalko@helsinki.fi

Maija Aksela

Kemian opettajankoulutusyksikkö, Kemian laitos, Helsingin yliopisto

Tiivistelmä Tässä artikkelissa esitellään kehittämistutkimus, jolla pyritään vastaamaan tarpeeseen luoda merkityksellisiä ja kontekstuaalisia kokeellisia työohjeita kemian opetukseen. Sen tarveanalyseissä tarkasteltiin lukion oppikirjoja sekä yliopiston tiedeluokkatoiminnan merkitystä. Työohjeet kehitettiin yhdeksän asiantuntijan kanssa yhdeksästä Suomen kemianteollisuuden yrityksestä yhteistyössä Helsingin yliopiston Kemian opettajankoulutusyksikön kanssa. Valmiita työohjeita jatkokehitetään relevanttiusteorian pohjalta osana Kemianluokka Gadolinin tiedeluokkatoimintaa

1 Johdanto

Luonnontieteiden kiinnostavuus on haasteena Suomessa ja muualla Euroopassakin (Kärnä et al. 2012, Lavonen et al. 2005). Nuoret eivät miellä luonnontieteitä ja teknologiaa kiinnostaviksi ja niihin liittyy usein mielikuvia ja ennakkoluuloja. Käytännön luonnontieteellinen tutkimus ja kehitys sekä sen yhteys yhteiskuntaan tai ihmisen hyvinvointiin, esimerkiksi terveyteen jäävät usein tuntemattomiksi. Tämä vaikuttaa merkittävästi uravalintoihin (Lavonen et al. 2005).

Tiedeopetuksessa heikot yhteydet arkielämän ja tieteellisen tiedon välillä lisäävät teorian ja käytännön välistä kuilua. Oppilaalla on vaikeampaa yhdistää kemiallista teoreettista tietoa arkielämään, jos sitä ei käsitellä osana opetusta (Gilbert 2006). Opetussuunnitelman perusteiden tehtävänä on tuoda henkilökohtaisia, yhteiskunnallisista, ympäristöllisistä, taloudellisista ja globaaleja aiheita opetukseen (Ültay & Çalik 2012, Stolk et al. 2009, Hofstein & Kesner 2006). Suomessa korostetaan holistisempaa sisällön opetusta kansallisen opetussuunnitelman perusteissa (OPH 2014).

Tutkimuksien mukaan arkielämään liittyvillä lähestymistavoilla saavutetaan parempia oppimistuloksia ja lisätään aiheiden kiinnostavuutta (esim. Gilbert 2006, Bennett & Lubben 2006). Kontekstuaalisemmassa tiedeopetuksessa saavutetaan sekä oppilaiden kiinnostus että asian parempi ymmärtäminen. Kun oppilailla on enemmän käsitystä, mihin arkielämän tilanteisiin uusi tieto liittyy, oppimisesta tulee heille relevantimpaa.

Relevanttiutta voidaan tarkastella monista näkökulmista. Voidaan kysyä “kenelle asia on merkityksellistä?” tai “minkä vuoksi se on merkityksellinen?”. Jokainen nuori elää omassa maailmassaan ja maailmankuvassaan. Mielenkiinnon kohteet ja arvomaailmat vaihtelevat usein. Tarvitaan monipuolisia lähestymistapoja, sillä ei ole olemassa vain yhtä

oikeaa teemaa tai lähestymistapaa. Kuvaavaa on, että oppilaille tärkeäksi pidetyt aihepiirit ja asenteet vaihtelevat. Glen Aikenhead (2003) on tarkastellut eri kohderyhmien näkökulmia tiedeopetukselle: Mitä ja miten pitäisi opettaa tieteitä oppilaille? Eri toimijat määrittelevät merkityksellisyyden omalla tavallaan. Jokaisella ovat omat motiivinsa intressiensä mukaisesti:

1. Akateemiset piirit: “Kunpa he tietäisivät enemmän tieteistä” (Wish-they-knew science)
2. Opetussuunnitelman tekijät ja tutkijat: “Tarve yleensä tietää tiedettä” (Need-to-know science)
3. Teollisuus ja ammattilaiset: “Enemmän käytännöllistä tiedettä” (Functional science)
4. Media: “Houkutellaan heitä innostumaan tieteistä” (Enticed-to-know science)
5. Talousihmiset: “Pitää olla syy, jos opiskellaan tieteitä” (Have-cause-to-know science)
6. Kulttuuripiirit: “Tiede on osana kulttuuria” (Science-as-Culture)
7. Oppilaat: “Henkilökohtainen innostus tieteisiin” (Personal curiosity to science)

Relevanttiutta voidaan tarkastella yläkäsitteiden avulla. Marc Stuckey et al. (2014) ovat luoneet kolme yläkäsitetasoa merkityksellisyydelle yhdistelemällä aiempia relevanttiteorioita. He esittävät relevanttiuden kolmessa eri tasossa:

- Henkilökohtainen taso, jossa keskeistä on yksilön omat intressit
- Yhteiskunnallinen taso, jossa yksilö toimii osana yhteisöä
- Työelämäntaso, jossa yksilön tavoitteena on työelämän vaatimuksiin

Teorian jokaisessa tasossa ovat mukana aikaulottuvuudet:

- Mitkä ovat relevanttia nyt?
- Mitkä ovat mahdollisesti tulevaisuudessa?

Lisäksi teoriaan sisältyvät ihmisen sisäinen ja ulkoinen näkökulma, jossa tulevat esille henkilökohtaiset ja sosiaaliset intressit.

Henkilökohtaisella tasolla oppilas luo omia merkityksiään, esimerkiksi “miksi on tärkeää tietää luonnontieteistä enemmän?”. Arkipäivästä kumpuavat ilmiöt, kiehtovat demonstraatiot kemian tunnilla tai vaikkapa tieteiselokuvat herättävät mielenkiintoa. Yhteiskunnallisella tasolla esimerkiksi kestävä kehitys on yksi tärkeä tavoite ymmärtää tieteitä. Ilmaston lämpenemisessä on kemiolla iso rooli sekä sen ennaltaehkäisyssä että mahdollisten ongelmien ratkaisemisessa. Kulutusyhteiskunta ei pystyisi toimimaan ilman kemian tiedon luomia teknisiä ratkaisuja esimerkiksi materiaalien käytölle ja kierrätykselle. Työelämäntaso vastaa esimerkiksi motivaatio- ja merkityksellisyysskysymykseen “mikä minusta tulee isona?”.

Tiedeopetuksessa on erilaisia lähestymistapoja arkipäivän tilanteisiin. Eräitä näistä kontekstuaalisen oppimisen lähestymistavoista ovat “Tiede-teknologia-yhteiskunta” eli STS (Science-Technology-Society) -lähestymistapa ja “Yhteiskunnallinen tiedeopetus” eli SSI

(Socio-Scientific Issues) -lähestymistapa. STS:n konteksteissa yhdistellään vapaasti kolmea em. teemaa, liikutaan ja luodaan linkkejä aihepiirien sisällä. Siinä on esillä omasta elämästä nousevia teemoja, yhteiskunnallisia asioita kuin työelämää ja siellä toimimisesta. SSI-lähestymistavassa ovat vuorovaikutuksessa tieto, soveltaminen, tiedon prosessoija sekä sosiaalinen ympäristö. SSI:lle on ominaista avoimet tehtävät. SSI:stä on hyviä kokemuksia kemian opetuksessa kompleksisten teemojen opetuksessa (Hofstein et.al. 2010), mutta sen täytyy olla hyvin strukturoitua avoimuudesta johtuen (Juntunen & Aksela 2014).

Koulu-yritysyhteistyö tekee tiedeopetuksesta relevantimpaa, sillä arkielämässä teollisuuden kemia on näkyvimmillään esillä. Ilman kemianteollisuuden ja työelämän esimerkkejä puuttuu olennainen osa tieteiden merkityksestä ihmisten elämästä ja yhteiskunnassa. Jos tämä ulottuvuus jätetään ottamasta mukaan, unohdetaan nykyaikaisuus ja teknologian saavutukset (Hofstein & Kessner 2006).

2 Kehittämistutkimuksen toteutus

Kehittämistutkimuksen tavoitteena on tuoda uutta kemian alan tutkimuksesta ja sen sovelluksista lukio-opetukseen oppilaille relevanttien kokeellisten työohjeiden kautta koulu-yritysyhteistyössä. Työohjeiden tarkoitus on tukea Stuckeyn kolmea relevanttiuden tasoa. Kehittämistutkimuksessa käytetään Edelsonin (2002) mallia.

Tutkimuskysymyksinä ovat:

1. Minkälaista kontekstiaalisuutta löytyy tällä hetkellä lukiotason työohjeista oppikirjoista?
2. Millä tavalla relevantteus esiintyy tällä hetkellä lukiotason työohjeissa oppikirjoissa?
3. Millä tavoin tiedeluokka voi tukea merkityksellistä kemian kemian opiskelua?
4. Minkälainen on uusien työohjeiden kehitysprosessi yritysyhteistyössä?
5. Miten oppilaat näkevät uusien työohjeiden relevanttiuden?
6. Kuinka uusien työohjeiden relevanttiutta voidaan parantaa?

2.1 Kehitystyön ensimmäinen vaihe

Ensimmäinen vaihe oli tarveanalyysi, jossa kolmesta lukion oppikirjasta käytiin läpi kokeelliset työt. Lukiokirjat valittiin sen vuoksi, että kehitettävät työohjeet ovat lukiotasolle. Kokeellisia työohjeita analysoitiin 160 kappaletta. Alustavien tulosten mukaan vain noin joka kolmannessa on konteksti ja noin kolmanneksessa työohjeista ei ole lainkaan viittausta arkielämään. Tutkimus osoitti, että on selvä tarve kehittää kokeellisia työohjeita kouluopetuksen tueksi.

2.2 Kehitystyön toinen vaihe

Toisessa vaiheessa kehitettiin Kemianluokka Gadolinissa Kemian opettajankoulutusyksikön ja Suomen kemianteollisuuden alan yritysten kanssa uusia työohjeita oppilaslaboratorioon. Työohjeiden kehityksessä yrityksestä oli mukana asiantuntija, joka ohjasi kemian opettajaopiskelijaa kokeellisen ohjeen kehitystyössä teoriapuolella. Pedagogisesta puolesta

vastasi yliopisto-opettaja. Ohjeistuksena oli tuottaa arkipäivän kemian kontekstuaalinen työohje lukiotasolle myrkyttömällä kemikaaleilla. Opiskelijat pääsivät samalla harjoittelemaan työohjeen laatimista ja yritys yhteistyötä.

Kemianluokka Gadolin on monipuolinen toiminnallinen oppimisympäristö, joka tarjoaa toiminnallisia opintokäyntejä kouluille ja oppilaitoksille. Kemianluokka Gadolinia koordinoi Helsingin yliopiston LUMA-keskukseen kuuluva Kemian opetuksen keskus Kemma ja se toimii Helsingin yliopiston kemian laitoksella. Gadolinin päätoimintamuotoina oppilasryhmillä ovat kokeellinen laboratoriotyöskentely, molekyyli mallinnus, sekä monet muut non-formaalisen oppimisen muodot.

Työohjeita kehitettiin yhteensä yhdeksän, eli yhtä monta kuin innostuneita Kemianluokka Gadolinin yhteistyöyrityksiä lähti mukaan: 3M, Aga, Borealis, Bruker, Kemira, Laskentaväline, Neste Oil, Metrohm ja UPM. Taulukossa 1. ovat työt ja niiden teemat.

Taulukko 1. Yritysyhteistyössä kehitetyt työt

Työn nimi	Yhteistyötaho
Mitä piilee talousvedessä?	Metrohm
Liian taipuisa muovi	Borealis
Ongelmia sellutehtaalla	UPM
Kloorijäämät vedessä	Kemira
Suolapitoisuuden määrittäminen	Laskentaväline
Biodiesel – tulevaisuuden polttoaine	Neste Oil
Limsan sokeripitoisuus	Bruker
Kolibakteeria tutkimassa	3M
Veden kovuus	AGA

2.3 Kehitystyön kolmas vaihe

Tällä hetkellä ohjeet ovat käytössä Kemianluokka Gadolinissa sekä esillä verkossa. Tutkimuspohjainen kehitystyö alkoi keväällä 2013 ja jatkuu testausvaiheena Gadolinissa vierailevilla oppilasryhmillä. Kolmannessa vaiheessa kehitetään työohjeita kerätyn tutkimusaineiston ja käyttökokemusten pohjalta. Tutkimusaineistona saadaan kyselylomakkeella kerättyä tietoa kuinka relevanteiksi oppilaat kokevat työohjeet. Kehitetyt työohjeet arvioidaan samoin perustein kuin oppikirja-analyysissä: kontekstuaalisuus ja relevanttius. Kehitys tapahtuu näihin teorioihin nojaten eli teoreettisina viitekehyksinä käytetään Stuckey et al. (2013) relevanssiteoriaa sekä Gilbertin (2006), Aikenhead (1994, 2003 jne.) ja muiden kirjoituksia STS-oppimisesta sekä kontekstuaalisuudesta.

3 Johtopäätökset

Meneillään olevassa kehittämistutkimushankkeessa yhdistetään arkipäivän kontekstuaalisuuden lisäämisessä sekä STS että SSI lähestymistapaa. Työohjeiden kehitystyössä käytetään Stuckey et al. (2013) mallia, jossa vahvistetaan sisällön

henkilökohtaista ulottuvuutta, yhteiskunnallista ulottuvuutta ja työelämäulottuvuutta. Kolmen ulottuvuuden yhteinen läsnäolo tekee työohjeen merkityksellisyydestä kokonaisvaltaisemman.

ROSE-tutkimuksen (Lavonen et. al. 2005) mukaan nuoret ovat ainoastaan vähän kiinnostuneita kemian eri osa-alueista. Sen sijaan kiinnostus päätöksenteosta, vaikutusmahdollisuuksista, muiden ihmisten auttamisesta ja itsensä kehittäminen ovat tärkeämmässä roolissa. Tämä ROSE-tutkimuksessa nouseva nuorten kiinnostus on tukee SSI-lähestymistavan käyttöönottoa. SSI-tavassa rohkaistaan ratkaisemaan yhteisiä vaikeista asioita keskustelemalla yhteisesti niistä. Käytännössä tämä voisi esimerkiksi tarkoittaa työohjeen suoritusosassa työskentelyä enemmän STS-hengessä ja lopuksi keskustellaan aiheeseen liittyvästä dilemmasta SSI-tyylisesti.

Työohjeet kehitettiin yritysyhteistyössä, jotta saataisiin lukion kemian opetukseen uusia oppilaille relevantteja lähestymistapoja nykyajan suomalaisesta tutkimus- ja teknologiaosaamisesta. Uusien teknologisten saavutusten mukaan ottaminen on tärkeää, jotta merkityksellisyys arkielämässä olisi läsnä (Hofstein & Kessner 2006).

Työohjeiden kehittäminen pitkäaikainen prosessi ja siiheen tarvitaan useita kehityskierroksia. Käytännössä työohjeita käyttävien oppilaiden palautteista saadaan tietoa niiden merkityksellisyydestä.

Lähteet

- Aikenhead, G. S. (1994). Consequences to learning science through STS: A research perspective. In J. Solomon & G. Aikenhead (Eds.), *STS education: International perspectives on reform* (pp. 169–186). New York, NY: Teachers College Press, 169–186.
- Aikenhead, G. S. (2003). Review of research on humanistic perspectives in science curricula. Paper presented at the ESERA conference, Nordwijkerhoud, The Netherlands.
- Bennett, J., & Lubben, F. (2006). Context-based chemistry: The Salters approach. *International Journal of Science Education*, 28, 999–1015.
- Bulte, A. M. W., Westbroek, H. B., de Jong, O. & Pilot, A. (2006). A Research Approach to Designing Chemistry Education using Authentic Practices as Contexts, *International Journal of Science Education*, 28, 1063–1086.
- Edelson, D. C. (2002). Design Research: What We Learn When We Engage. *Design Journal of the Learning Sciences*, 11, 105–121.
- Gilbert J. K. (2006) On the nature of “context” in chemical education. *International Journal of Science Education*, 28, 957–976.
- Hofstein, A., Eilks, I. and Bybee, R. (2010). Societal Issues and Their Importance for Contemporary Science Education. I. Eilks & B. Ralle (Eds.) *Contemporary science education* (pp. 5–22). Aache:, Shaker.
- Hofstein, A. & Kesner, M. (2006). Industrial chemistry and school chemistry: Making chemistry studies more relevant. *International Journal of Science Education*, 28, 1017–1039.
- Juntunen, M. K. & Aksela, M. K. (2014) Education for sustainable development in chemistry – challenges, possibilities and pedagogical models in Finland and elsewhere. *Chemistry Education Research and Practice*, 15, 488–500
- Kärnä, P., Hakonen, R. ja Jorma Kuusela, J. (2012). *Luonnontieteellinen osaaminen perusopetuksen 9. luokalla 2011*. Helsinki: Opetushallitus.

- Lavonen, J., Juuti, K., Uitto, A., Meisalo, V. & Byman, R. (2005). Attractiveness of Science Education in the Finnish Comprehensive School. In A. Manninen, K. Miettinen & K. Kiviniemi (Eds.), *Research Findings on Young People's Perceptions of Technology and Science Education. Mirror results and good practice*. Helsinki: Technology Industries of Finland.
- OPH (2014). *OPS 2016 - Perus- ja lisäopetuksen perusteluonnokset*. Verkkosivu: <http://www.oph.fi/ops2016/perusteluonnokset> (tarkistettu 24.9.2014).
- Stolk, M.J., Bulte, A.M.W., de Jong, O. & Pilot, A. (2009). Towards a framework for a professional development programme: empowering teachers for context-based chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 10,164–175.
- Stuckey M., Hofstein A., Mamlok-Naaman R. & Eilks I. (2013). The meaning of 'relevance' in science education and its implications for the science curriculum. *Studies in Science Education*, 49, 1–34.
- Ültay, N. & Çalik, M. (2012). A Thematic Review of Studies into the Effectiveness of Context-Based Chemistry Curricula. *Journal of Science Education and Technology*, 21, 686–701.