

Mielekkään kemian oppimisympäristön kehittäminen yritysyhteistyössä

Veli-Matti Ikävalko

Luokkahuoneen ulkopuoliset oppimisympäristöt, ilmiöpohjaisuus, sekä merkityksellinen kemian opiskelu ovat keskeisiä teemoja uusissa opetussuunnitelman perusteissa. Näiden opettamiseen tarvitaan tutkimuspohjaista tukea. Tässä artikkelissa esitellään käynnissä olevaa kehittämistutkimusta, jonka tavoitteena on kehittää yliopistolaboratoriota Kemianluokka Gadolin mielekkääksi vierailu- ja oppimisympäristöksi tuottamalla uusia kontekstuaalisia kokeellisia työohjeita. Työohjeita on tuotettu yritysyhteistyössä asiantuntijoiden ja kemian opettajaksi opiskelevien kanssa.

Mielekkääseen kemian opetukseen tarvitaan uusia tutkimuspohjaisia lähestymistapoja uusien opetussuunnitelmien myötä (Opetushallitus, 2014). Luokkahuoneen ulkopuoliset oppimisympäristöt ja opintokäynnit lisäävät oppilaiden motivaatiota ja kiinnostusta kemiaa kohtaan sekä kehittävät opetusta (Hofstein & Kesner, 2006) Luokkahuoneen ulkopuolisissa oppimisympäristöissä voidaan saavuttaa autenttisuus, jota luokkahuoneen sisällä ei voida luoda (Ruiz-Mallen et al., 2010).

Derek Hodsonin (1996) mukaan kokeellisella työskentelyllä ja tekemällä oppimisella on tärkeä osa kemian opiskelussa. Kokeellisen työskentelyn tarkoituksena on oppia tieteen käsitteellistä ja teoreettista tietoa, ymmärtää tieteellisen tiedon luonnetta ja antaa mahdollisuuden tehdä tiedettä ja tutkimusta. Aksela (2005) painottaa omassa tutkimuksessaan, että merkityksellinen kemian opiskelu kehittää korkeampia ajattelutaitoja, sekä lisää oppilaiden motivaatiota ja kiinnostusta kemiaa kohtaan. Tosielämän tilanteet motivoivat, sekä tuovat merkitystä ja mielekkyyttä kemian teoriasisällön oppimiselle (Gilbert, 2006; Aikenhead, 1994).

Aiempien tutkimusten mukaan mielekkäiden kemian kokeellisten oppimisympäristöjen kehittämiselle on Suomessa suuri tarve. Kemian kokeellisessa lukio-opetuksessa opettajien haasteena on resurssien puute. Akselan ja Karjalaisen (2008) tutkimuksen mukaan lisätukea tarvitaan tiloihin, välineisiin ja materiaaleihin. Myös ryhmäkoot ja ajan rajallisuus ovat haasteita. Montonen (2007) huomioi tutkimuksessaan, että mahdollisuudet kokeellisuuden toteuttamiseen vaihtelevat suuresti Suomen eri lukioissa. Tukea ja toimenpiteitä tarvitaan erityisesti oppilaiden innostamiseen. Kemian kiinnostavuus on Euroopassa ja samoin myös Suomessa nuorten keskuudessa vähäistä (Kärnä, Hakonen, & Kuusela, 2012; Lavonen et al. 2005). Yleisestikin luonnontieteisiin ja teknologiaan liittyy paljon negatiivisia mielikuvia ja ennakkoluuloja. Tämä selittyy paljolti sillä, ettei todellista kemian merkityksellisyyttä yksilölle, yhteiskunnalle tai ammatteihin juurikaan tunneta ja erilaiset roolimallit lisäävät stereotypioita. Kemian tutkijat nähdään esimerkiksi miespuolisina yksinäisinä puurtajina eristetyssä työhuoneessa tai laboratoriossa. Lavosen, Juutin, Uiton, Meisalon & Bymanin (2005) tutkimuksen mukaan myös kemian työ- ja arviointitapojen yksipuolisuus vaikuttavat opiskelijoiden jatko-opintoihin.

Kehittämistutkimuksella vastauksia ongelmaan

Vuonna 2013 aloitetussa kehittämistutkimuksessa tuotetaan kemianteollisuuden yritysasiiantuntijoiden kanssa arkipäivän kemian liittyviä, merkityksellisiä ja mielekkäitä lukiokemian oppimiskokonaisuuksia. Oppimiskokonaisuudet on kehitetty toiminnalliselle luokkahuoneen ulkopuoliselle vierailulle kemian laboratorio-oppimisympäristöön. Oppimiskokonaisuuteen liittyvät muun muassa opintokäynnin etu- ja jälkikäsitehtävät ennen vierailua, laboratoriossa tehtävät työt, tutkimusryhmävierailut ja modernien välineiden käyttö autenttiossa ympäristössä, sekä kokeellisen työskentelyn merkityksellisyyden lisääminen. Kehittämistyöhön on käytetty opettajien ja oppilaiden kävijäpalautteen vastauksia, sekä lukion kemian oppikirjojen kokeellisen työskentelyn sisältöjä (Ikävalko, 2015).

Yhteistoiminnallinen kehittäminen

Tutkimukseen valittiin Suomen kemianteollisuuden yrityksiä, sillä yritysasiiantuntijat edustavat tämän hetken tutkimuksen ja teollisuuden tuotannon arkitodellisuutta. Lisäksi kehitystyössä oli mukana kemian opettajankoulutuksen opiskelijoita. Työohjeiden oppiainetasoksi on rajattu lukio, sillä erityisesti oppimisympäristön teknisten laboratoriolaitteiden oppisisältöihin keskityttiin, samoin myös kemian TVT-opetukseen. Kehitettävä kemian oppimisympäristö on Kemianluokka Gadolin, joka sijaitsee Helsingin yliopiston kemian laitoksella (ks. <http://www.kemianluokka.fi>; Aksela & Pernaa, 2009). Tutkimus noudattaa Edelsonin (2002) kehittämistutkimuksen (engl. *design-based research*) periaatteita. Kehittämistutkimus vastaa kritiikkiin, jossa opetuksen tutkimuksella ei pystytä tarjoamaan käytännönläheistä tietoa kentällä toimiville opettajille. Kehittämistutkimus lähtee aina todellisesta kehitystarpeesta (Pernaa 2013). Collinsin et al. (2004) mukaan kehittämistutkimus on tehokas työkalu opetuksen kehittämisessä ja se luotiin vastaamaan keskeisiin tiedeopetuksen tutkimisen tarpeisiin:

- § tarve vastata teoreettisiin kysymyksiin ja kontekstuaaliseen oppimiseen
- § tosielämän esimerkkien ja lähestymistapojen tuominen opetuksen tutkimukseen, pelkän laboratoriotyöskentelyn sijaan
- § tarve laajentaa oppimisen kapeaa aluetta
- § arvioinnin tukemisen tarve.

Mielekäs kemian oppimisympäristö

Mielekäs kemian oppimisympäristö on kehittämistutkimuksessa määritelty oppimisympäristöksi, joka on 1) monimuotoinen, 2) merkityksellinen ja 3) siinä on mielekästä opiskella:

- 1) Monimuotoinen oppimisympäristö: monimuotoisuudella tarkoitetaan Manninen et. al. (2007) jakoa oppimisympäristöistä viiteen erilaiseen luokkaan:
 - a. fyysinen oppimisympäristö (tila tai rakennus, esim. luokkahuoneen sisustus ja istumisjärjestys)
 - b. sosiaalinen oppimisympäristö (kommunikaatio ja vuorovaikutus)
 - c. tekninen oppimisympäristö (opetusteknologia, esim. mittauslaitteistot, käytettävät ohjelmistot)

- d. paikallinen oppimisympäristö (koulun ulkopuoliset paikat, esim. työpaikka, metsä, yliopistokampus)
 - e. didaktinen oppimisympäristö (oppimista tukeva toiminta ja oppimateriaalit, esim. kokeelliset työohjeet, moniste, kalvot).
- 2) Merkityksellinen oppimisympäristö: merkityksellisellä oppimisympäristöllä tarkoitetaan Stuckey, Hofstein, Mamlok-Naaman, & Eilks I. (2013) mukaisesti oppimistilanteiden kontekstuaalisia sisältöjä, joilla on yhteys arkielämään henkilökohtaisella, yhteiskunnallisella ja työelämätasolla. Tähän kuuluu myös oppimisympäristön opiskelussa etenemisen tukemista kansallisen opetussuunnitelmien perusteiden mukaisesti (Opetushallitus, 2003).
- 3) Mielekkään oppimisen oppimisympäristö: Ausubel (1960) mukaan mielekäs oppiminen on oppilaille merkityksellistä. Novak (2002) mukaan mielekäs oppiminen tukee oppilaan itsenäistä kykyä oppia uutta. Non-formaaleiden oppimistilanteiden on havaittu nostavan oppilaan itsevarmuutta (Tolppanen & Aksela, 2013). Lisäksi tilanteiden on huomattu parantavan oppilaiden asenteita ja motivaatiota (Pedretti, 2002). Lisäksi näissä oppimistilanteissa oppilaat ymmärtävät paremmin yhteyksiä arkielämän ja tieteen välillä (Goldman, 2013).

Uusia toimintatapoja ja ideoita opetukseen

Opintokäynneillä Kemianluokka Gadoliniin opettajat motivoivat oppilaitaan kemian opiskeluun, opettelevat uusia työtapoja ja seuraavat oppilaitaan työskentelyn aikana. Yksi tärkeimmistä asioista varsinkin lukiotasolla opettajille oli sellaisten laboratoriovälineiden käyttö, joita ei ole mahdollista käyttää koulussa. (Ikävalko, 2015) Muita tärkeitä asioita olivat opettajan työn tukeminen, merkityksellisyys, tietotekniikan käyttö ja ohjeiden selkeys.

Kemianluokka Gadolin on moderni oppimisympäristö, joka on suunniteltu tukemaan oppilaita ja opettajia kemian opetuksessa, sekä edistämään merkityksellisyyttä yhteiskunnan, työelämän ja kemianteollisuuden välillä Gadolinin toimintaperiaate pohjautuu Suomen kansallisen opetussuunnitelman perusteisiin sekä uusimpaan kemian opetuksen tutkimukseen. Gadolinin tavoitteena on edistää myönteistä kemiakuvaa. Erityisesti miten voidaan ratkaista tulevaisuuden haasteita kemian avulla. Tiedeluokan tarkoituksena on myös kannustaa opiskelijoita jokaiselta luokkatasolta kemian opintoihin ja tukemaan opettajia työssään. Kemianluokka Gadolinissa käy vuosittain yli 4000 lasta ja nuorta. Laboratorioluokka on avoin kaikille luokka-asteille ja vierailukäynnit ovat maksuttomia.

Veli-Matti Ikävalko

tohtorikoulutettava, FL, DI

Kemian opettajankoulutusyksikkö, Kemian laitos, Helsingin yliopisto

veli-matti.ikavalko@helsinki.fi

Erityisosaaminen: lasten ja nuorten tiedetoiminta, luokkahuoneen ulkopuoliset opintokäynnit, merkityksellinen ja mielekäs toiminnallinen kemian opetus, turvallinen toiminta laboratoriossa, koulukemikaalien varastointi ja jätteiden käsittely. Väitöskirjan aiheena on tutkimuspohjainen työhöiden ja opintokäyntien kehittäminen yritysysteistyönä.

Julkaisut kehittämistutkimuksesta

- Ikävalko, V.-M. (2015). *Mielekkään kemian oppimisympäristön kehittämistutkimus: Kontekstuaalisten kokeellisten työhöiden kehittäminen yritysysteistyönä* (Lisensiaatintyö). http://www.helsinki.fi/kemia/opettaja/ont/ikavalko_V-M_2015_lisensiaatintutkielma.pdf
- Ikävalko, V.-M. & Aksela, M. (2015). Contextual, relevant and practical chemistry teaching at upper secondary school level textbooks in Finland. *LUMAT*, 3(3), 304-315.
- Tolppanen, S., Vartiainen, J., Ikävalko, V.-M. & Aksela M. (2015). Relevance of non-formal Education in Science Education. In I. Eilks (Ed.), *Relevant Chemistry Education - From Theory to Practice*. pp 325-344. Sense Publishing.
- Ikävalko, V.-M. & Aksela, M. (2014). Oppilaille relevanttien arkipäivän kokeellisten työhöiden kehittäminen yritysysteistyössä lukion kemian opetukseen. *LUMAT*, 2(2), 107-112.

Lähteet

- Ausubel, D. P. (1960). The Use of Advance Organizers in the Learning and Retention of Meaningful Verbal Material. *Journal of Educational Psychology*, 51 (5), 267-272.
- Aikenhead, G. S. (1994). Consequences to Learning Science Through STS: A Research Perspective. Teoksessa J. Solomon & G. Aikenhead (toim.), *STS education: International Perspectives on Reform* (169-186). New York, NY: Teachers College Press.
- Aksela, M. & Karjalainen V. (2008). *Kemian opetus tänään*. Nykytila ja haasteet Suomessa. Helsingin yliopisto: Kemian opetuksen keskus, Kemian opettajankoulutusyksikkö. Luettu osoitteesta: <http://www.helsinki.fi/kemia/opettaja/ont/karjalainen-v-2008.pdf>
- Aksela, M. (2005). *Supporting Meaningful Chemistry Learning and High-order Thinking through Computer-Assisted Inquiry: A Design Research Approach* (Doctoral dissertation). <http://ethesis.helsinki.fi/julkaisut/mat/kemia/vk/aksela/supporti.pdf>
- Aksela, M. & Pernaa, J. (2009). Kemianluokka Gadolin -opettajien kokemuksia uuden oppimisympäristön käytöstä. Teoksessa Aksela, M. & Pernaa, J. (toim.), *Arkipäivän kemia, kokeellisuus ja työturvallisuus kemian opetuksessa perusopetuksesta korkeakouluhin*. Helsinki: Unigrafia. <http://www.helsinki.fi/kemma/data/kop-2009.pdf>
- Collins, A., Joseph, D. & Bielaczyc, K. (2004). Design Research: Theoretical and Methodological Issues. *The Journal of the Learning Sciences*, 13, 15-42.
- 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.
- Goldman, D., Assaraf, O. B. Z., & Shaharabani, D. (2013). Influence of a Non-Formal Environmental Education Programme on Junior High-School Students' Environmental Literacy. *International Journal of Science Education*, 35, 515-545.
- Hodson, D. (1996). Laboratory Work as Scientific Method: Three Decades of Confusion and Distortion. *Journal of Curriculum Studies*, 28 (2), 115-135.
- Hofstein, A. & Kesner, M. (2006). Industrial Chemistry and School Chemistry: Making Chemistry Studies More Relevant. *International Journal of Science Education*, 28, 1017-1039.
- Ikävalko, V.-M. (2015). *Mielekkään kemian oppimisympäristön kehittämistutkimus: Kontekstuaalisten kokeellisten työhöiden kehittäminen yritysysteistyönä* (Lisensiaatintutkielma). http://www.helsinki.fi/kemia/opettaja/ont/ikavalko_V-M_2015_lisensiaatintutkielma.pdf

- Kärnä, P., Hakonen, R., & Kuusela, J. (2012). *Luonnontieteellinen osaaminen perusopetuksen 9. luokalla 2011*, Opetushallitus. Helsinki: Juvenes Print. Luettu osoitteesta: http://www.oph.fi/download/140378_Luonnontieteellinen_osaaminen_perusopetuksen_9_luokalla_2011.pdf
- Lavonen, J., Juuti, K., Uitto, A., Meisalo, V., & Byman, R. (2005). Attractiveness of Science Education in the Finnish Comprehensive School. Julkaisussa Manninen, A., Miettinen, K. & Kiviniemi, K. (toim.), *Research Findings on Young People's Perceptions of Technology and Science Education. Mirror results and good practice*. Helsinki: Technology Industries of Finland.
- Manninen, J. & Burman, A. & Koivunen, A., & Kuittinen, E. & Luukannel, S. & Passi, S. & Särkkä, H. (2007). *Oppimista tukevat ympäristöt. Johdatus oppimisympäristöajatteluun*. Helsinki: Opetushallitus.
- Montonen, M. (2007). Kemian opetuksen tila. Julkaisussa Aksela, M. & Montonen, M. (toim.), *Uusia lähestymistapoja kemian opetukseen perusopetuksesta korkeakouluihin*. Opetushallitus. Helsinki. http://www.oph.fi/julkaisut/2008/uusia_lahestymistapoja_kemian_opetukseen_perusopetuksesta_korkeakouluihin
- Novak, J. D. (2002). Meaningful Learning: The Essential Factor for Conceptual Change in Limited or Inappropriate Propositional Hierarchies Leading to Empowerment of Learners. *Science Education*, 86, 548–571.
- Opetushallitus. (2014) Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014. Helsinki: Next print. http://www.oph.fi/download/163777_perusopetuksen_opetussuunnitelman_perusteet_2014.pdf
- Opetushallitus. (2003). *Lukion opetussuunnitelman perusteet 2003*. Vammala: Vammalan painatuskeskus. http://www.oph.fi/download/47345_lukion_opetussuunnitelman_perusteet_2003.pdf
- Pedretti, E. (2002). T. Kuhn Meets T. Rex: Critical Conversations and New Directions in Science Centres and Science Museums. *Studies in Science Education*, 37, 1–42.
- Pernaa, J. (2013). Kehittämistutkimus opetuslalla. Jyväskylä: PS-Kustannus.
- RuizMallen, I., Barraza, L., Bodenhorn, B., de la Paz, M., Adame, C. & Reyes-García, V. (2010). Contextualising Learning through the Participatory Construction of an Environmental Education Programme. *International Journal of Science Education*, 32 (13), 1755–1770.
- 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.
- Tolppanen, S., & Aksela, M. (2013). Important Social and Academic Interactions in Supporting Gifted Youth in Non-Formal Education. *LUMAT*, 1, 279-298.