

Tutkimuksellinen ja oppijakeskeinen kemian opetus

Jaana Herranen

Tässä artikkelissa käsitellään kestäväen kehityksen oppimisen kannalta tärkeää tutkimuksellista opiskelua erityisesti oppijakeskeisestä näkökulmasta. Artikkelissa tuodaan esille hyötyjä ja mahdollisuuksia tutkimuksellisen opiskelun käyttämiseen opetuksessa, kuten oppilaiden kysymysten hyödyntämiseen oppijakeskeisessä opetuksessa. Lisäksi käsitellään haasteita ja ratkaisuehdotuksia, jotka liittyvät kontekstuaaliseen tutkimuksellisuuteen. Lopuksi esitellään näkemyksiä arvioinnista sekä opettajan tärkeästä roolista tutkimuksellisessa opiskelussa.

Oppilaan omaa aktiivisuutta on jo pitkään pidetty tärkeänä oppilaan kemian oppimiselle. Esimerkiksi tutkimuksellisessa opiskelussa oppilaan aktiivisuus korostuu. Oppilaan tulisikin olla opetuksen keskiössä. Oppijakeskeisyydestä ei liene yhtä määritelmää, mutta esimerkiksi Lean, Stephensonin ja Troyn (2003) tutkimuksessa korkeakouluopiskelijat määrittelivät oppijakeskeisyyden lähestymistavaksi, jossa "opiskelijat ovat enemmän vastuussa omasta oppimisestaan". Tutkimuksellisuuden voi niin ikään määritellä monilla eri tavoilla. Tutkimuksellinen opiskelu on työskentely- tai ajattelu-tapa, jossa keskiössä ovat oppijat. Tai se voi olla tapa tutkia, oppia, työskennellä tai ajatella (Abrams, Southerland, & Evans, 2008; Aksela, 2005). Tutkimuksellisuus on "asioiden selvittämistä" (Morrison, 2015).

Työskentely voi alkaa oppilaan omista kysymyksistä ja olla vaikkapa oppilaan itse suunnittelema ja toteuttama tutkimus. Tällöin käytetään usein termiä avoin tutkimuksellisuus. Opettaja voi myös antaa oppilaille tutkimuskysymyksen, josta voidaan tehdä opettajan jo valmiiksi suunnittelema tutkimus (todentava ja jäsenelty tutkimuksellisuus, ks. SOLO-taksonomia tukena kemian tutkimuksellisessa opiskelussa -tekstin taulukko 1). Oppilaat voivat myös saada tutkimuskysymyksen valmiina, mutta saada tutkimuksen suunnittelussa enemmän vapautta kuin perinteisessä kokeellisuudessa. Voidaan puhua ohjatusta tutkimuksellisuudesta. (Schwab, 1962; Abrams, Southerland, & Evans, 2008)

Vaikka tutkimuksellisuuden määrittely- ja toteutustapoja onkin monia. Abrams et al. (2008) ovat kiteyttäneet sen seuraavasti: "Tutkimuksellisuus on mitä tahansa kognitiivisesti tarkoituksenmukaista, autenttisen tieteen piirteitä sisältävää toimintaa, jossa oppilaat ovat sitoutuneet käyttämään resursseja, eli kirjallisuutta, ihmisiä ja ympäristöä, muodostaakseen kysymyksiä, vastataakseen kysymyksiin tai ratkaistakseen ongelmia."

Tutkimuksellisen työtavan valinnassa tulee ottaa huomioon työn tavoitteet. Onko tarkoitus oppia esimerkiksi sisältöjä, tutkimisen taitoja tai jotain tutkimuksesta tai kemiasta tieteenä? Lisäksi vaikuttaa esimerkiksi käytettävissä olevat resurssit, opettajan tiedot, oppilaiden tutkimisen taidot ja opiskeltava sisältötieto. (Abrams et al., 2008). Opiskelijakeskeinen opetus huomioi vahvasti sen, mikä on milloinkin mielekäs tavoite ja siihen sopivat työtavat. Joskus voi olla paikallaan suljetumpi, joskus avoimempi tutkimuksellinen työskentely.

Tutkimuksellisen opiskelun lähestymistavan edut

Tutkimuksellisella opiskelulla on huomattu olevan monenlaista hyötyä. Tutkimuksellisuus ja kokeellisuus näkyvätkin kemian opettajankoulutusyksikössä sekä kurssien että tutkimuksen tasolla. (Herranen, Tuomisto, & Aksela, 2015). Esimerkiksi *Tutkimuksellinen kemian opetus I ja II* -kurssit keskittyvät tutkimuksellisuuteen ja kokeellisuuteen. Kurseilla on myös tutkittu esimerkiksi, miten opiskelijat ymmärtävät tutkimuksellisuutta ja soveltavat sitä projektitöissään (Fooladi, Herranen, Kousa, & Aksela, 2015). Tutkimuksellisen opiskelun on todettu motivoivan oppilaita (Rocard et al., 2007). Lisäksi tutkimuksellisuus voi tukea oppilaan tutkimisen taitoja (Aksela, 2005) ja ajattelutaitoja (Kipnis & Hofstein, 2008). Tutkimuksellisuus on luonnontieteille ominainen tapa työskennellä ja oppia. Se on niin ikään osa luonnontieteiden luonnetta (Chinn & Malhotra, 2002).

Tieteellis-yhteiskunnallisten teemojen, kuten kestävän kehityksen, käsittely luonnontieteiden opetuksessa on tärkeää. Se mahdollistaa muun muassa ympäristöpoliittiseen keskusteluun osallistumisen (Roberts & Gott, 2010; Tolppanen, 2015). Tähän tutkimuksellinen lähestymistapa antaa hyvät edellytykset (Rudolph, 2005). Keskustelu ja argumentointi ovat tärkeitä niin kestävän kehityksen opetuksessa kuin tutkimuksellisuudessa (Juntunen, 2015). Luonnontieteissä tehtävät tutkimustulokset on kommunikoidava yhteiskunnalle, jotta tieteellis-yhteiskunnallinen keskustelu on mahdollinen. Näin ollen luonnontieteiden opetus, joka huomioi myös luonnontieteiden sosiaalisen luonteen, voi olla oppilaiden arkielämän kannalta relevanttia (Sadler, 2009) ja siten oppijakeskeistä. Oppijakeskeistä lähestymistapaa onkin ehdotettu käytettävän kestävän kehityksen opetuksessa kemiassa (Burmeister, Rauch & Eilks, 2012).

Kontekstit tutkimuksellisen opiskelun lähtökohtina

Tutkimuksellisessa opiskelussa pidetään monesti tärkeänä kontekstien, kuten ruoka, käyttöä. Kontekstualisointi on yksi tapa tehdä luonnontieteiden opetuksesta oppilaille relevanttia (Gilbert, Bulte, & Pilot, 2011). Näin tehtävä tutkimus saadaan sidottua oppilaalle tuttuun arkikontekstiin tai johonkin yhteiskunnallisesti merkittävään kontekstiin. Oppilaille voi kuitenkin olla hankaluuksia siirtää oppimistaan tilanteesta toiseen (Gilbert, Bulte, & Pilot, 2011). Gilbert et al. (2011) ovatkin ehdottaneet, että oppilaille tarjottaisiin tilanteita omien mentaalikarttojensa muodostamiseen ja käsittelemiseen. Tähän erilaiset käsitekarttasovellukset ovat oiva työkalu. Käsitekarttoja voidaan myös käyttää formatiivisen arvioinnin apuvälineenä, ja juuri formatiivinen arviointi korostuu uusissa opetussuunnitelmien perusteissa (Opetushallitus, 2014; Opetushallitus, 2015).

Jotta tietoa olisi mahdollista siirtää kontekstista toiseen, tulee oppilaan nähdä uudessa kontekstissa analogioita verrattuna vanhaan kontekstiin. Opetukseen onkin syytä valita konteksteja, joissa on riittävästi analogioita, jos haluaa tukea tutkimuksellisuuden yhteydessä myös käsitteiden oppimista. Lisäksi on ehdotettu, että oppilaiden tulisi saada harjoitella kemian kieltä monipuolisesti eri tilanteissa. Oppilaille olisi myös hyödyllistä rakentaa tietoa yksin ja yhdessä muiden kanssa. Näiden lisäksi riittävien pohjatietojen takaaminen auttaa tiedon siirtämisessä kontekstista toiseen. (Gilbert et al., 2011)

Kysymysten merkitys tutkimuksellisessa opiskelussa

Luonnontieteiden luonteen kannalta kysymysten kysyminen ja vastausten etsiminen on keskeistä. Niin tutkijat kuin oppilaat kysyvät kysymyksiä heitä kiinnostavista asioista. Tutkimuksellisuuden tukena ja lähtökohtana voidaankin käyttää oppilaiden omia kysymyksiä. Oppilaiden omien kysymysten käyttöä korostetaan niin ikään uusissa opetussuunnitelmien perusteissa. Oppilasta tulisi kannustaa "muodostamaan kysymyksiä tarkasteltavista ilmiöistä sekä kehittämään kysymyksiä edelleen tutkimusten ja muun toiminnan lähtökohdiksi" (Opetushallitus, 2014). Oppilaiden kysymysten käyttöä on tutkittu ja pidetty tärkeänä kansainvälisesti (Chin & Osborne, 2008) ja kansallisesti (Herranen & Aksela, 2015). Paitsi tutkimuskysymysten laadinnassa, myös tutkimuksellisuuden muissa vaiheissa oppilaiden kysymyksillä on suurta merkitystä (Chin & Osborne, 2010). Oppilaiden kysymysten käyttö tukee hyvin oppilaslähtöistä ja -keskeistä kemian opetusta ja oppimista.

Oppilaat voivat kysyä spontaaneja kysymyksiä tunnilla, mutta kysymysten tekoa voidaan harjoitella myös yhdessä. Kysymysrunkotekniikka on yksi mahdollisuus harjoituttaa oppilaita kysymään monipuolisia kysymyksiä. Kysymysrungot ovat oppilaalle täydennettäväksi annettavia virkeitä, jotka voidaan valita esimerkiksi tukemaan käsitteiden ja syy-seuraussuhteiden hallintaa, kuten "Selitä, miksi...?"-kysymysrunko (King, 1990).

Tutkimuksellisuuden arviointi ja opettajan rooli

Tutkimuksellisen opiskelun arviointi mahdollistaa parhaimmillaan oppilaan oppimisen monipuolisen arvioinnin. Tutkimuksellisuuden arviointi määrittyy sille asetettujen tavoitteiden perusteella. Opettajan tulee tarkoin määritellä, mitä valitulla tutkimuksellisella työtavalla tavoitellaan. Haasteena tutkimuksellisuuden arvioinnissa on mm. kohdistaa arviointi määriteltyihin tavoitteisiin. Oppilaat tulee myös tehdä tietoiseksi työskentelyn tavoitteista ja ohjata heitä myös itse asettamaan tavoitteita.

On ehdotettu, että oppijoiden tekemiä kysymyksiä voisi hyödyntää osana arviointia (Pedrosa de Jesus & Moreira, 2009). Esimerkiksi tutkimuksellisuuden aikana voidaan kerätä lasten kysymyksiä talteen. Etenkin formatiivisen arvioinnin monipuolistajana voidaan käyttää lasten kysymyksiä. Formattiivinen arviointi on vuorovaikutteista ja jatkuvaa, ja sitä tekee sekä opettaja että oppilas oppimisen aikana (Black, 2003). Näin oppilaan kysymykset voivat toimia apuna itsearvioinnissa (Chin & Osborne, 2008).

Arvioinnissa ja koko oppimisprosessin aikana, opettajalla on tärkeä rooli oppilaiden tukemisessa tutkimuksellisen opiskelun aikana. Crawfordin (2000) tapaustutkimuksessa esimerkiksi huomattiin opettajan ottavan diagnostikon, oppaan, innostajan, kanssatutkijan, oman työnsä tutkijan, tutkijan mallin, mentorin, yhteistyön tekijän ja oppijan roolin. Eick ja Reed (2002) havaitsivat tutkimuksessaan, että opettajien henkilökohtainen oppimishistoria vaikuttaa tutkimuksellisen lähestymistavan omaksumiseen. He ovatkin ehdottaneet, että opettajankoulutuksessa tulisi vahvistaa opiskelijoiden tutkivaa identiteettiä. Samoin oppilaat tarvitsevat aikaa oppiakseen tutkivan lähestymistavan.

Jaana Herranen

tohtorikoulutettava, FM (kemian, biologian ja fysiikan aineenopettaja)
Kemian opettajankoulutusyksikkö, Kemian laitos, Helsingin yliopisto

jaana.herranen@helsinki.fi

Erityisosaaminen: Oppijakeskeinen luonnontieteiden ja kestävän kehityksen opetus, erityisesti tutkimuksellinen lähestymistapa ja oppilaiden kysymysten käyttö kemian opetuksessa. Väitöskirjan aiheena on opiskelijakeskeinen kestävän kemian tutkimuksellinen opetus.

Lähteet

- Aksela, M. (2005). *Supporting meaningful chemistry learning and high-order thinking through computer-assisted inquiry: a design research approach*. (Doctoral dissertation). Retrieved from: <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/21127>
- Abrams, E., Southerland, S. A. & Evans, C. (2008). Inquiry in the classroom: Identifying necessary components of a useful definition. In E. Abrams, S. Southerland, & P. Silva (Eds.), *Inquiry in the science classroom: Challenges and Opportunities* (pp. 11-42). Charlotte, North Carolina: Information age publishing.
- Black, P.J. (2003). *Assessment for learning: Putting it into practice*. Maidenhead: McGraw-Hill Education.
- Burmeister, M. Rauch, F. & Eilks, I. (2012). Education for sustainable development (ESD) and chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 2(13), 59-68.
- Chinn, C. & Malhotra, B. (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. *Science Education*, 86, 175-218.
- Chin, C., & Osborne, J. (2008). Students' questions: a potential resource for teaching and learning science. *Studies in Science Education*, 44(1), 1-39.
- Chin, C., & Osborne, J. (2010). Students' questions and discursive interaction: Their impact on argumentation during group discussions in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(7), 883-908.
- Crawford, B. (2000). Embracing the essence of inquiry: New roles for science teacher. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(9), 916-937.
- Eick, C. & Reed, C. (2002). What makes an inquiry-oriented science teacher? The influence of learning histories on student teacher role identity and practice. *Science Education*, 86(3), 401-416.
- Fooladi, E., Herranen, J., Kousa, P. & Aksela, M. (2015) *Future teachers' views of inquiry in context-based teaching*. Research presented in the ESERA-conference (31.8-4.9.2015), Helsinki, Finland.
- Gilbert, J., Bulte, A. & Pilot, A. (2011). Concept development and transfer in context-based science education. *International Journal of Science Education*, 33(6), 817-837.
- Herranen, J. & Aksela, M. (2015). Oppilaiden kysymykset oppilaslähtöisessä luonnontieteen opetuksessa. *LUMAT*, 3(7), 999-1004.
- Herranen, J., Tuomisto, M. & Aksela, M. (2015). Tutkimuksellinen opiskelu kemian aineenopettajakoulutuksessa. *LUMAT*, 3(6), 856-866.
- Juntunen, M. (2015). *Holistic and inquiry-based education for sustainable development in chemistry*. (Doctoral dissertation). Retrieved from <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-51-1231-6>
- Kipnis, M. & Hofstein, A. (2008). The inquiry-laboratory as a source for development of metacognitive skills. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 6, 601-627.
- King, A. (1990). Enhancing peer interaction and learning in the classroom through reciprocal questioning. *American Educational Research Journal* 21(27), 664-687.
- Lea, S. Stephenson, D. & Troy, J. (2003). Higher education students' attitudes to student-centred learning: Beyond 'educational bulimia'? *Studies in Higher Education*, 28(3), 321-334.
- Morrison, J. (2013). Exploring exemplary elementary teachers' conceptions and implementation of inquiry science. *Journal of Science Teacher Education*, 24(3), 573-588.
- Pedrosa de Jesus, H. & Coelho Moreira, A. (2009). The role of students' questions in aligning teaching, learning and assessment: a case study from undergraduate sciences. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 34(2), 193-208.
- Opetushallitus. (2014). *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014*. Opetushallitus. Tampere: Suomen yliopistopaino.
- Opetushallitus. (2015). *Lukion opetussuunnitelman perusteet 2015*. Opetushallitus. Tampere: Suomen yliopistopaino.
- Roberts, R. & Gott, R. (2010). Questioning the evidence for claim in a socio-scientific issue: an aspect of scientific literacy. *Research in Science & Technology Education*, 28 (3), 203-226.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H. & Hemmo, V. (2007). *Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe*, European Commission Directorate-General for research science, economy and society. Retrieved from http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf

- Rudolph, J. (2005). Inquiry, instrumentalism, and the public understanding of science. *Science Education*, 89(5), 803-821.
- Sadler, T. D. (2009) Situated learning in science education: socio-scientific issues as context for practice. *Studies in Science Education*, 45(1), 1-42.
- Schwab, J.J. (1962). The teaching of science as enquiry. Teoksessa J.J. Schwab, & P.F. Brandwein (toim.) *The Teaching of Science*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1-103.
- Tolppanen, S. (2015). *Creating a better world: Questions, actions and expectations of international students on sustainable development and its education*. (Doctoral dissertation). Retrieved from <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-51-1312-2>