

Ilmiöpohjainen oppiminen kemian opetuksessa

Ella Rekola

Kemian aineenopettaja ja luokanopettaja

LuK-tutkielma

Laajuus: 6 op

2.6.2026

Turku

Turun yliopiston laatu järjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu

Turnitin OriginalityCheck -järjestelmällä.

LuK-tutkielma

Pääaine: Kemia

Tekijä: Ella Rekola

Otsikko: Ilmiöpohjainen oppiminen kemian opetuksessa

Ohjaaja: Veli-Matti Vesterinen

Sivumäärä: 17 sivua

Päivämäärä: 2.6.2026

Kemian opetus ja oppiminen on kemian abstraktin luonteen vuoksi haastavaa. Kemiassa liikutaan kolmella ajattelutasolla, jotka asian ymmärtämiseksi pitäisi pystyä yhdistämään toisiinsa. Kolmen tason ymmärrys ja abstrakti luonne ovat lukuisissa tutkimuksissa toistuvat, oppilaille haastavat elementit kemian oppimisessa.

Ilmiöpohjaisella oppimismenetelmällä abstrakteja käsitteitä tuodaan lähemmäs opiskelijoiden elämää, kun aloitetaan ajattelu makrotasolla. Kun opiskelija ymmärtää ilmiön makrotasolla, helpottuu makro- ja mikrotasojen välisen yhteyden ymmärtäminen. Ilmiöpohjaisessa oppimismenetelmässä opetus aloitetaan havainnoimalla todellisuutta ja konkreettisia asioita.

Ilmiöpohjaisen oppimismenetelmän mukaan opiskelijat osallistuvat ja oppivat aiheesta aktiivisesti osallistuen. Oppimismenetelmä pyrkii siihen, että oppilaat hankkivat tiedot ja taidot merkityksellisten oppimiskokemusten tuloksena. Vaikka ilmiöpohjainen oppimismenetelmä pyrkii ratkaisemaan kemian oppimisen haasteita, se tuo myös uudenlaisia haasteita kemian opetukseen.

Kaikkia kemian ilmiöitä ei voi mallintaa oppilaille makrotasolla. Oppilaiden eroavaisuudet tieto- ja taitotasoissa sekä itseohjautuvuudessa vaikuttavat myös vahvasti oppimismenetelmän käyttöön luokassa. Huolenaiheena myös on teoriaohjauksen vähäisyys, mikä voi johtaa pinnalliseen oppimiseen. Tutkimusten mukaan opettajan olisi hyvä valita sopiva lähestymistapa opetukseen kemian aihe ja oppilaiden erilaisuus sekä eritasoisuus huomioiden.

Avainsanat: ilmiöpohjaisuus, ilmiöpohjainen oppimismenetelmä, haaste

Sisällysluettelo

1	Johdanto	4
2	Ilmiöpohjaisuus	5
3	Haasteet, joita ilmiöpohjaisuus pyrkii ratkaisemaan	7
4	Haasteet, joita ilmiöpohjaisuus tuo kemian opetukseen	10
5	Yhteenveto	12
	Lähteet	14

1 Johdanto

Oppimisvaikeudet kemiassa ovat yleisiä, jonka vuoksi on tutkittu vaihtoehtoisia lähestymistapoja kemiaan. Ilmiöpohjaisessa oppimismenetelmässä oppimisprosessi aloitetaan konkreettisesta ja todellisesta ilmiöstä. Näin käsitteitä voidaan tuoda lähemmäs opiskelijoiden elämää, kun sisältöjä omaksutaan ensin makrotasolla eli havainnoiden aineen näkyviä ominaisuuksia. Oppilas ei siis tarkastele yksittäisiä käsitteitä irrallisesti, vaan kemiallisten ilmiöiden kautta osana arkielämää. Ilmiöpohjaisuus voi siis lisätä oppimisen merkityksellisyyttä. (Schaffar & Wolff, 2024) Tässä tutkielmassa käsitellään ilmiöpohjaista oppimismenetelmää, kemian oppimisen ja opetuksen haasteita sekä ilmiöpohjaisuuden antamia vastauksia niihin. Tutkielman lopuksi käsitellään ilmiöpohjaisen oppimismenetelmän tuomia haasteita.

Kemian oppiaineessa haasteet liittyvät niin kemian abstraktiin luonteeseen, matemaattisuuteen kuin kolmella ajattelutasolla – makro-, mikro- ja symbolisella tasolla - toimimiseen. Tutkielmassa esitetään pohdintaa siitä, kuinka ilmiöpohjaisuus vastaa kemian oppiaineessa esiintyviin haasteisiin. Ilmiöpohjaisen oppimismenetelmän ytimenä on, että opiskelijat osallistuvat ja oppivat aiheesta aktiivisina osallistujina (Raahan, 2016, viitattu teoksessa Akkas & Cevat, 2021). Oppilaat kerryttävät tietoja ja taitoja merkityksellisemmän oppimiskokemuksen tuloksena, minkä aikana halutaan antaa oppilaille tilaa kokeilla, kehittyä, tutkia ja rakentaa syvempää ymmärrystä opittavasta aiheesta. (Zhukov, 2015, viitattu teoksessa Akkas, & Cevat, 2021)

Lisäksi esitetään pohdintaa siitä, minkälaisia haasteita ilmiöpohjainen oppimismenetelmä tuo mukanaan. Esille nousevia haasteita ja niiden mahdollisia seurauksia esitetään huomioiden oppilaiden yksilöllisyys ja eritasoisuus. Tutkielmassa on tarkoituksena esittää ilmiöpohjaisen oppimismenetelmän taustaa sekä menetelmän hyviä ja huonoja puolia.

2 Ilmiöpohjaisuus

Ilmiöpohjainen oppimismenetelmä on koulutusliike, joka käynnistyi Suomessa 2010-luvun puolivälissä. Ilmiöpohjaisen oppimisen ja opetuksen ajatuksena on, että ihminen oppii luonnostaan ilmiölähtöisesti. Eri ilmiöihin voidaan tutustua monialaisesti eri näkökulmista ja monien tieteidenalojen kautta. Tällöin teoreettisetkin asiat ovat yhteydessä arkielämään (Larna, 2020). Ilmiöpohjaisuus opetuksessa ja oppimisessa rikkoo perinteisen aineenopetuksen rajoja. Ilmiöpohjaisuus oppimismenetelmänä pyrkii siirtymään kohti tieteidenvälistä ilmiöiden tutkimusta, jossa ilmiötä yritetään ymmärtää monista eri näkökulmista ”pala palalta”. Ilmiön kokonaisvaltainen ymmärrys kerralla on vaikeaa, ja siksi on harvoin mahdollista lähestyä ilmiötä suoraan kokonaisuudessaan. (Symeonidis & Schwarz, 2016)

Ilmiöpohjaisen oppimismenetelmän mukaisesti opiskelijat osallistuvat ja oppivat aiheesta aktiivisina osallistujina (Raahan, 2016, viitattu teoksessa Akkas & Cevat, 2021). Oppilas ei siis opi tietoja ja taitoja etukäteen valmiiksi, vaan ne hankitaan merkityksellisemmän oppimiskokemuksen tuloksena, kun opiskelija osallistuu ongelmanratkaisuprosessiin reaaliaikaisen kontekstissa. Oppimismenetelmänä ilmiöpohjaisuus perustuu siis tiedustelu- ja ongelmanratkaisutaitoihin, sen sijaan että käytössä olisi passiiviset oppimismenetelmät. (Zhukov, 2015, viitattu teoksessa Akkas, & Cevat, 2021)

Ilmiöpohjaisella oppimismenetelmällä pyritään lisäämään opiskelijoiden metakognitiivista tietoisuutta, eli kykyä ymmärtää, arvioida ja säädellä omia kognitiivisia prosesseja (Grabe & Stoller, 2002). Metakognitiivinen tietoisuus vaikuttaa suoraan eri suoritusten kehitykseen, koska se antaa yksilölle mahdollisuuden suunnitella, tutkia ja seurata omaa oppimista (Schraw & Dennison, 1994). Näin he voivat olla tietoisia omista toiminnoistaan, jolloin heillä on mahdollisuus käyttää oikeita strategioita omassa oppimisessaan. Voidaan siis päätellä, että on tärkeää parantaa opiskelijoiden metakognitiivista tietoisuutta, jotta uuden oppiminen helpottuu. (Hmelo-Silver, 2004)

Ilmiöpohjaisella oppimismenetelmällä on vahva yhteys konstruktivismiin (Silander, 2015a). Konstruktivismi perustuu ajatukseen siitä, että tieto ei ole objektiivinen ”valmis paketti”, vaan tiedon merkitykset rakentuvat yksilön kokemuksista käsin. Oppija siis rakentaa tietopakettinsa ”pienistä paloista” kokonaisuudeksi, jossa uusi tieto tulkitaan aina aiemman tiedon kautta. (Kivelä & Siljander, 2013) Esimerkiksi henkilökohtainen kokemus, arkipäivän tapahtumat tai ympäristövaikutukset tarjoavat oppijalle lähteitä käsitteiden ja ilmiöiden merkitysten rakentamiseen. Konstruktivismissa tieto nähdään kokonaisuutena, joka rakentuu niiden toimien ja kokemusten kautta, joita oppija kokee.

(Tenenbaum, Naidu, Jegede & Austin, 2001) Konstruktivistisessa pedagogiassa oppija toimii aktiivisena toimijana, aivan niin kuin ilmiöpohjaisessa oppimismenetelmässäkin.

Konstruktivistisesti oppimisen ajatellaan tapahtuvan, kun uusi tieto yhdistetään aiempaan tietoon (Spigner-Littles & Chalon, 1999, viitattu teoksessa Tenenbaum ym., 2001). Oppiminen on prosessi, joka yhdistää oppijan oman reflektion, hypoteesien rakentamisen, progressiivisen tutkimuksen ja ongelmanratkaisun. Oppimista ei ajatella lineaarisena, vaan syklisenä prosessina, jossa on tilaa kokeilla ja kehittyä, esittää kysymyksiä, aktivoida aiempia käsityksiä, tutkia ja etsiä tietoa, muokata omia käsityksiään ja rakentaa syvempää ymmärrystä opittavasta aiheesta. Progressiivisella tutkimuksella tarkoitetaan nimenomaan syklistä oppimisprosessia. (Muukkonen, Hakkarainen & Lakkala, 1999)

Konstruktivistisen pedagogiikan keskeisiä elementtejä ovat argumentointi, konfliktit, yhteistyö, ongelmanratkaisu, reflektio, oppijalähtöisyys ja autenttisuus. Kun verrataan näitä Silanderin (2015b) mainitsemaan ilmiöpohjaisen oppimismenetelmän viiteen ulottuvuuteen, voidaan huomata, että osa elementeistä on samoja. Ilmiöpohjaisen oppimismenetelmän viisi ulottuvuutta ovat kokonaisvaltaisuus, autenttisuus, kontekstuaalisuus, ongelmalähtöinen tutkiva oppiminen ja avoimet oppimisprosessit. Ongelmalähtöisessä tutkivassa oppimisessa oppijat kehittävät hypoteeseja ja teorioita, esittävät omia kysymyksiään ja luovat tietoa yhteistyössä muiden kanssa. (Silander, 2015a) Avoimissa oppimisprosesseissa puolestaan yhdistyy reflektio ja oppijalähtöisyys, kun oppilaat kehittävät kommunikoinnin, kriittisen ajattelun ja ongelmanratkaisun taitojaan (Fields & Kennedy, 2020).

Molemmissa, sekä konstruktivismissa että ilmiöpohjaisen oppimismenetelmän viidessä ulottuvuudessa, toistuu autenttisuus. Autenttisuudella viitataan menetelmien, työkalujen ja materiaalien käyttöön, joita oppilaat tarvitsevat ratkaistakseen ongelmia, jotka ovat tärkeitä sekä heidän elämässään että yhteiskunnassa (Silander, 2015b). Näistä konstruktivismin ja ilmiöpohjaisen oppimismenetelmän keskeisistä elementeistä ja ulottuvuuksista voidaan ymmärtää, kuinka ilmiöpohjaisella oppimismenetelmällä on vahva yhteys konstruktivismiin.

Kun ilmiöpohjainen oppiminen tapahtuu yhteisöllisessä ympäristössä, se tukee sosiokonstruktivistisia ja sosiokulttuurisia oppimisteorioita sekä pedagogisia strategioita, joissa tietoa ei pidetä vain yksilön sisäisenä osana. Tiedon nähdään muodostuvan sosiaalisessa kontekstissa. (Silander, 2015a) Oppiminen sisältää tällöin keskustelua, argumentointia ja ideoiden jakamista yhdessä muun ryhmän kanssa (Tenenbaum ym., 2001). Oppiminen ei siis ole vain yksilöllinen vaan myös yhteisöllinen prosessi. Opetussuunnitelmissa ilmiöpohjainen oppimismenetelmä tukee myös tutkivan oppimisen, ongelmalähtöisen oppimisen sekä projekti- ja portfolio-oppimisen mukaista oppimista sekä niiden käytännön toteutusta (Silander, 2015a).

3 Haasteet, joita ilmiöpohjaisuus pyrkii ratkaisemaan

Kemian yksi haaste on se, että oppijan tulee samanaikaisesti ymmärtää ilmiöitä useilla eri tasoilla. Nämä kolme tasoa ovat makro-, mikro- ja symbolinen taso, joita kuvataan myös Johnstonen kolmiona. Kun nämä tasot tulee yhdistää toisiinsa samanaikaisesti, synnyttää se oppimisen vaikeutta. (Johnstone, 1991) Toisaalta kaikkien kolmen tason ymmärrys samanaikaisesti tarkoittaa myös kemian perusteiden yhdistämistä toisiinsa (Gafoor & Shilna, 2013).

Kyky selittää ilmiöitä makroskooppisilla, molekyyllisillä ja symbolisilla tasoilla korreloi käsitteellisen ymmärryksen kanssa (Wu, Krajcik & Soloway, 2001). Useimmat kemialliset käsitteet muodostetaan käyttämällä psykologiaa, joka eroaa suuresti ”tavallisen” maailman psykologiasta. Kolmella ajattelutasolla – makro- ja fysikaalisella, mikro-, atomi- ja molekyyllitasolla sekä symbolien ja matematiikan representatiivisella käytöllä – toimiminen ja niiden yhdistäminen lisää kemian oppimisen monimutkaisuutta. Käsitteiden selittäminen ja esittely oppilaille samanaikaisesti kaikilla kolmella tasolla ei ole psykologisesti tai pedagogisesti kannattavaa. (Kausar, Ghazala & Haroon, 2022) Niin kuin Johnstone (2010) kertoi: ”Taitava kemisti voi ylläpitää tasapainoa näiden kolmen kanssa, mutta ei aloittelija.”

Kolmen tason ymmärryksen lisäksi abstrakti luonne on lukuisissa tutkimuksissa toistuva, oppilaille haastava elementti kemian oppimisessa (Woldeamanuel, Atagana & Engida, 2014). Abstraktilla luonteella tarkoitetaan sitä, että opitaan asioista, joita emme voi nähdä. Abstrakti luonne näkyy esimerkiksi kemian sisältöihin kuuluvissa käsitteissä, mitkä ovat olennaisia kemian ja muiden tieteiden oppimisessa. Tällaisia voi olla esimerkiksi käsitteet elektroni, ioni, orbitaalit tai kemialliset sidokset. Abstraktiuden vuoksi oppitunnit vaativat osaamista ja keskittymiskykyä sisällön omaksumiseen liittyvien haasteiden vuoksi. (Taber, 2002) Osalle opiskelijoista kemian oppiminen on vaikeaa juuri siksi, etteivät he näe yhteyttä aiheen ja jokapäiväisen elämän välillä (Wang, Rocabado, Lewis & Lewis, 2021).

Abstrakteja käsitteitä voidaan tuoda lähemmäs opiskelijoiden elämää, kun sisältöjä omaksutaan ja ymmärretään makrotasolla. Makrotasolla tarkoitetaan aineen näkyvien ominaisuuksien havainnointia. Kun opiskelijalla on makrotason ymmärrys opittavasta aiheesta, helpottuu hiukkastason ja makrotason välisen yhteyden omaksuminen (Woldeamanuel ym. 2014 & Saritas, 2015). Hiukkastasolla viitataan puolestaan aineen tarkasteluun atomien, molekyylien ja ionien tasolla. Ilmiöpohjaisuus opetuksessa helpottaa abstraktien käsitteiden ymmärtämistä, koska oppiminen alkaa konkreettisesta ja todellisesta ilmiöstä. Oppilas ei siis tarkastele yksittäisiä käsitteitä irrallisesti, vaan kemiallisten ilmiöiden kautta osana arkielämää. Tällöin symbolinen ja mikrotason ymmärrys liittyvät havaittavaan todellisuuteen. (Schaffar & Wolff, 2024) Näiden tasojen linkittyminen tukee käsitteellisen ymmärryksen

muodostumista. (Johnstone, 1991). Tällainen oppimismenetelmä voi myös lisätä oppimisen merkityksellisyyttä, kun kemia näyttäytyy oppilaille välineenä todellisten ongelmien ymmärtämiseen ja ratkaisemiseen (Schaffar & Wolff, 2024).

Sen sijaan siis, että aloitetaan abstrakteilla käsitteillä, jotka ovat irrallaan ilmiöistä, oppimismenetelmä pyrkii siihen, että opiskelijat selvittävät mekanismeja ja soveltavat malleja selittääkseen havaintojaan. Tämä voi potentiaalisesti lisätä oppilaiden affektia ja metakognitiota tieteellisen sisällön suhteen. Affektilla tarkoitetaan yleisesti mitä tahansa toimintaan vaikuttavaa yllykettä, joka tekee kokemuksen positiiviseksi tai negatiiviseksi. Näiden lisäksi erään tutkimuksen mukaan ilmiöpohjainen kemian opetus tukee mekanistisen ajattelun kehittymistä. Mekanistisen ajattelun kehittymisellä tarkoitetaan sitä, että oppilaat oppivat selittämään havaittuja ilmiöitä kemiallisten prosessien avulla sen sijaan, että he yrittäisivät muistaa ulkoa faktoja tai reaktioita. (Scharlott, Rippey, Rosa & Becker, 2024)

Konstruktivistisen oppimiskäsityksen mukaan oppiminen tapahtuu, kun oppija rakentaa tietoa aikaisempien kokemustensa pohjalta. Jotta tietoa voidaan rakentaa kokemusten pohjalta, tarvitaan siis kokemuksia – aktiivista toimintaa. (Taber, 2011) Jotta ilmiöt voidaan kuvata ja havainnollistaa, tarvitaan kemian opetuksessa kokeellisuutta ja tutkimuksellista oppimista. Perinteisessä opetuksessa laboratoriotyöt voivat jäädä irrallisiksi harjoituksiksi, joissa oppilaat seuraavat annettuja ohjeita ilman syvempää ymmärrystä työn tarkoituksesta. Tällöin työssä korostuu ennemminkin kemian abstrakti luonne eikä oppilas osaa luoda yhteyttä laboratoriotyön ja arkielämän välille. Kemian kokeellisuus helpottaa kolmella ajattelutasolla toimimista ja niiden yhdistämistä samalla tuoden kemiaa lähemmäs arkielämää. Kokeellisuudella pystytään osoittamaan kemian soveltaminen jokapäiväiseen elämään ja toisaalta myös yhteiskunnalliseen kehitykseen. Kun opiskelija osaa yhdistää oppimansa aiemman tiedon viitekehyksiin, oppimisesta tulee merkityksellistä. (López-Querrero, Serrano-Angulo & Blanco-Lopez, 2022)

Opetuksessa ilmiöpohjaisuuden tärkeimmät tavoitteet ovat syväoppiminen ja ymmärtäminen. Tavoitteena on, että oppilaat pääsevät opiskelemaan syvällisesti aihetta tai ongelmaa, jonka oppilaat itse ovat tunnistaneeet ja josta he ovat kiinnostuneita. (Silander, 2015b) Kokeellisuudesta halutaan oppilaille aktiivinen tutkimusprosessi. Tutkiessaan havaittavia ilmiöitä ja kehittäessään näyttöön perustuvaa tietoa ilmiön selittämiseksi ja ennustamiseksi, oppilaat kehittävät myös keskeisiä taitoja: kommunikointia, kriittistä ajattelua, ongelmanratkaisua ja tiimityöskentelyä (Fields & Kennedy, 2020). Sosiokonstruktivistisesta näkökulmasta tieto muodostuu sosiaalisessa kontekstissa, joten kommunikointi ja tiimityöskentely nähdään tärkeinä elementteinä oppimisen kannalta (Silander, 2015a; Tenenbaum ym., 2001).

Kemian opinnoissa moni kamppailee matemaattisuuden kanssa. Eräässä tutkimuksessa joka kolmas opiskelija piti kemiaa liian matemaattisena. (Woldeamanuel ym. 2014) Matemaattisuus näkyy myös kemian symbolikielessä ja merkinnöissä: alkuaineiden symbolit, reaktioyhtälöt, rakennekaavat, konsentraatiot, yksiköt, pitoisuudet, kaasulait ja pH-laskut. Ilmiöpohjaisessa oppimismenetelmässä kemian matemaattiset laskut voivat linkittyä selkeämmin opittavaan asiaan, kun oppilas pääsee aktiivisesti osallistumaan oppimisprosessiin. Ratkaiseva askel on myös se, että opettaja tarkastelee opiskelijoiden tietämystä oppimisprosessien aikana ja keskittyy parannusta vaativiin tietoihin. Opettaja pystyy näin käyttämään toistoa tehokkaasti seuraavissa oppimisvaiheissa ja tukea oppilaiden matemaattisen ajattelun kehittymistä. (Dilova, 2021, viitattu teoksessa Kausar ym., 2022)

Ilmiöpohjainen oppimismenetelmä on oppiainerajat ylittävä. Menetelmän mukaisesti ymmärretään, että todellisuudessa ilmiöt eivät jakaudu yksittäisten oppiaineiden mukaisesti, vaan niiden ymmärtäminen vaatii useiden tieteenalojen tutkimusta ja näkökulmia (Schaffar & Wolff, 2024). Kemia oppiaineena linkittyy vahvasti myös biologiaan, fysiikkaan, maantietoon ja yhteiskunnallisiin kysymyksiin. Kun tarkastellaan todellisuutta kokonaisuuksina yksittäisten oppiainerajojen sijaan, mahdollistetaan oppilaille laajempien käsityksien muodostuminen ympäröivästä maailmasta. (Symeonidis & Schwarz, 2016)

4 Haasteet, joita ilmiöpohjaisuus tuo kemian opetukseen

Yksi oppijälähtöisen opetuksen toteuttamisen haasteista on murtaa ne oppimisen tavat, jotka on koulun penkillä opittu - opettajalla on oikea ja varma tieto, jota hän opettaa ja opiskelija tekee, mitä opettaja käskää. Opiskelija ottaa tällöin passiivisen roolin oman oppimisen suhteen, mikä ei vahvista vastuun ottamista omasta ja maailman tulevaisuudesta. Tulee siis ymmärtää, että opettajan tehtävä on mahdollistaa opiskelijan oppiminen, ei vain tiedon kaataminen opiskelijan päähän. Jotta ilmiölähtöisyys opetuksessa toteutuu, täytyy opettajan ottaa oppijälähtöinen ote työhön. Haastetta voi lisäksi tuottaa se, että opettajalla voi olla epävarmuutta siitä, miten opettaa ja toisaalta vaikeuksia mukautua opettajan roolinmuutokseen. (Larna, 2020)

Ilmiöpohjaisessa opetusmenetelmässä opetus vaatii monipuolista pedagogista osaamista ja kykyä rakentaa ilmiöihin perustuvia oppimiskokonaisuuksia (Aksela & Montonen, 2008). Opettajan tulee samanaikaisesti osata ohjata laboratoriotyöskentelyä, turvallisuutta ja käsitteellistä ymmärtämistä. Oppimisprosessin aikana opettajalla on tärkeä rooli oppilaiden kannustamisessa ja ideoiden tukemisessa. Opettajalta vaaditaan myös laajaa tuntisuunnittelua, jotta oppimiskokonaisuudet etenevät loogisesti ja oppilaalla on mahdollisuus siirtää tietoa tilanteesta toiseen tunnistuen analogioita nykyisen ja aiemman tilanteen välillä. Opetusta suunniteltaessa tulisi siis valita konteksteja, joissa on riittävästi analogioita. Analogioilla tarkoitetaan asioiden yhdenmukaisuutta ja verrattavuutta. Niillä pystytään selittämään monimutkaisia asioita rinnastamalla ne yksinkertaisempiin asioihin. (Herranen, 2016)

Kemia on abstrakti tiede, eikä ilmiöt ja teoriat välttämättä kohtaa helposti. Ilmiöpohjaisen oppimismenetelmän yksi haasteista onkin se, että korostetaan liikaa havaittavaa ilmiötä, jolloin oppilaiden voi olla vaikeaa yhdistää havaittava ilmiö ja sen näkymätön selitys. Jäädään siis makrotason ymmärrykseen, jollei opettaja ohjaa ja tue siirtymää myös mikro- ja symboliselle tasolle. (Johnstone, 1991) Tällöin teoreettinen tieto voi jäädä heikommaksi, kun fokus painottuu ilmiöön. Kontekstin käyttö kemian opetuksessa voi johtaa siis pinnalliseen oppimiseen ilman vahvaa teoriaohjausta. (Kirschner, Sweller & Clark, 2006) Se voidaan nähdä myös yksilön omakohtaisten kokemusten kautta, kun luodut merkitykset voivat olla ristiriidassa teoreettisen tiedon kanssa (Tenenbaum ym, 2001). Tarvitaan vahvaa teoriaohjausta, jotta ristiriidat kokemusten ja teorian välillä häviäisivät. Ilmiöpohjaisuus opetuksessa toimiikin parhaiten silloin, kun teoriaa opetetaan kaiken rinnalla selkeästi ja opettaja ottaa aktiivisesti oppimista ohjaavan roolin (Larna, 2020). Tavoitteena kuitenkin on, että oppilaat oppivat ja ymmärtävät, mitä tapahtuu, mutta myös miksi niin tapahtuu. (Gilbert, 2006)

Ilmiöpohjaiseen oppimismenetelmään kuuluu oleellisesti myös kokeellisuus ja avoimet laboratoriotyöt. Kokeellisuus tuo mukanaan turvallisuusvaatimuksien lisäksi materiaalikustannuksia ja aikatauluhaasteita. Avoimet laboratoriotyöt vaativat enemmän aikaa kuin perinteiset, ohjeistetut kokeet. Haasteena siis on tuntisuunnitelmien tekeminen niin, että kokeellisuudesta ja laboratoriotoista huolimatta pysytään opetussuunnitelman mukaisessa oppimäärässä ja tavoitteissa. (Herranen, 2016)

Kokeellisuutta painotettaessa ja oppijälähtöisesti toimiessa oppilaalta vaaditaan itseohjautuvuutta (Järvinen, 2002). Kaikki oppilaat eivät ole samalla tavalla valmiita itseohjautuvuuteen, jolloin vahvemmat oppilaat saattavat dominoida ryhmätyötä ja heikommat jäävät passiiviseen rooliin (Johnstone, 1991). Kemian kaltaisessa abstraktissa aineessa heikko itseohjautuvuus voi estää käsitteellisen ymmärtämisen kehittymistä (Herranen, 2016). Aloittelijat siis oppivat tehokkaammin, kun heille annetaan selkeää, eksplisiittistä ja jäsenneltyä ohjausta. Jotta oppilas on valmis itseohjautuvuutta vaativaan työskentelyyn, tulee oppilaalla olla riittävä tietopohja. Jos itseohjautuvuutta vaativat tehtävät toteutetaan aloittelijoille, ratkaisevat he todennäköisesti ongelmia vertaamalla nykytilannetta tavoitteeseen ja kokeilemalla erilaisia vaihtoehtoja. Tällainen strategia kuormittaa oppilaiden työmuistia voimakkaasti. Työmuistin kapasiteetti on rajallinen, joten siitä näkökulmasta opetuksen tulisi minimoida tarpeeton kuormitus. Opettajan vähäinen ohjaus ja painotus itseohjautuvuuteen voivat lisätä oppilaan kognitiivista kuormitusta. (Kirschner ym., 2006)

Ilmiöpohjainen oppimismenetelmä edellyttää oppilailta suunnittelua, tiedonhakua, oman oppimisen säätelyä ja pitkäjänteisyyttä. Näin ollen ilmiöpohjainen oppimismenetelmä ja oletus siitä, että opiskelijat pystyvät rakentamaan monimutkaisia tietorakenteita ilman vahvaa tukea, eivät välttämättä ole aloittelijoille tehokkain tapa oppia. Ilmiöpohjaisessa oppimismenetelmässä tulee siis ottaa huomioon kohderyhmä. Kyseinen lähestymistapa voi olla erittäin hyödyllinen silloin, kun opiskelijalla on jo riittävä tietopohja. Tällöin kognitiivinen kuormitus ei kasva liian suureksi ja resurssit riittävät tiedon etsimiseen ja ongelman ratkaisukeskeiseen hallintaan. (Kirschner ym., 2006)

Ilmiöpohjaisen oppimismenetelmään perustuvaa opetusta voi olla haastavaa arvioida. On vaikeaa arvioida kokeellista työskentelyä, ryhmätyötä ja käsitteellistä ymmärrystä samanaikaisesti. Arviointia haastaa entisestään se, että yhteistoiminnallisessa opetuksessa voi esiintyä epätasainen työnjako, jolloin yksilön oma osaaminen voi peittyä. Opettajan on vaikeampaa arvioida yksilöitä oikeudenmukaisesti yhteistoiminnallisessa opetuksessa. Ilmiöpohjaisen oppimismenetelmän riskinä on myös se, että kemian ydinsisältö jää arvioinnista pois. Kemian opetuksessa on hankalaa erottaa sisälttöosaaminen sekä ryhmätyö -ja esitystaidot. Ilmiöpohjaisessa opetuksessa arvioidaan usein tiedollista osaamista, yhteistyötaitoja, ongelmanratkaisua, argumentointia ja projektityöskentelyä, mutta näitä voi olla haastavaa arvioida samanaikaisesti. (Schaffar & Wolff, 2024)

5 Yhteenveto

On tutkittu, että monilla luonnontieteiden kursseilla opiskelijoille annetaan vain vähän mahdollisuuksia rakentaa asioiden välille syy-seuraussuhteita. Monesti kursseilla painotetaan arvioinnissa faktojen muistamista. (Elby, 2001; Feinstein & Waddington, 2020) Tähän on haluttu puuttua käyttämällä tietoisesti ilmiöitä keinona oppia ympäröivästä maailmasta. Oppilaat voivat ilmiöiden kautta oppia, miten ja miksi asiat tapahtuvat. Ilmiöpohjainen oppiminen on kokonaisvaltainen lähestymistapa luonnontieteiden oppimiseen, jossa oppilasta kannustetaan selittämään tapahtumia tai ilmiöitä tieteellisyyden kautta. Ilmiöpohjaisessa oppimismenetelmässä tavoitteena on oppia konkreettisten kokemusten kautta ja hyödyntää opiskelijoiden uteliaisuutta tieteellisen tiedon rakentamisen motivoimiseksi. (Next Generation Science Standards, 2016; Mattila & Silander, 2015; Naik, 2019)

Ilmiöpohjaisen oppimismenetelmän taustalla on vahvasti konstruktivismi, sosiokonstruktivismi, tutkiva ja ongelmaperustainen oppiminen (Silander, 2015a). Konstruktivismissa korostetaan tiedon rakentumista kokemusten kautta. Halutaan, että oppija rakentaa tietokokonaisuuttaan niin, että uutta tietoa tulkitaan ja käsitellään aiemman tiedon kautta. (Kivelä & Silander, 2013) Tietoa kuitenkin pyritään rakentamaan yhteisöllisessä ympäristössä, jolloin opetuksessa on tilaa keskustelulle ja argumentoinnille (Tenenbaum ym., 2001). Oppimismenetelmässä hyödynnetään tutkivaa ja ongelmalähtöistä oppimista, jossa oppijat yhdessä kehittävät hypoteeseja ja teorioita sekä esittävät kysymyksiä (Silander, 2015a).

Ilmiöpohjainen oppimismenetelmä pyrkii sekä ratkaisemaan kemian oppimiseen liittyviä haasteita että tuo uusia haasteita kemian opetukseen. Osalle opiskelijoista kemian oppiminen on vaikeaa siksi, etteivät he näe yhteyttä kemiassa käsiteltävien aiheiden ja arkipäivän välillä (Wang ym., 2021). Ilmiöpohjaisessa oppimismenetelmässä abstraktit käsitteet ja aiheet tuodaan helpommin ymmärrettäviksi, kun niitä tarkastellaan ensin ilmiön tai tapahtuman kautta. Opiskelijat pystyvät omilla havainnoillaan ymmärtämään mahdollisen yhteyden omaan arkipäivään, jolloin hiukkastason, eli aineen tarkastelu atomien, molekyylien ja ionien tasolla, helpottuu. (Woldeamanuel ym., 2014; Saritas, 2015) Painotetaan siis opiskelijoiden oppimista ja kykyä selittää havaittuja ilmiöitä kemiallisten prosessien avulla. Opiskelijat pääsevät kokeilemaan ja tutkimaan aktiivisesti ja konkreettisesti. Aktiivinen toiminta ei vain edistä tiedon rakentumista, vaan myös motivoi ja lisää opiskelijan sitoutumista oppimiseen. (Scharlott ym., 2024)

Ilmiöpohjainen oppimismenetelmä ratkaisee, mutta myös tuo haasteita kemian opetukseen. Oppijälähtöisyys tuo haasteita sekä opettajalle että oppilaille. Opettajan täytyy mukautua roolinmuutokseen, jossa opettaja mahdollistaa opiskelijan oppimisen luoden ilmiöihin perustuvia

oppimiskokonaisuuksia ja tuntisuunnitelmia (Larna, 2020). Oppimiskokonaisuuksia suunnitellessa ja toteutettaessa teoreettinen tieto voi jäädä heikommaksi, kun keskitytään ilmiöön (Kirschner ym., 2006). Ilmiöitä ja tutkivaa oppimista painotettaessa oppilaalta puolestaan vaaditaan itseohjautuvuutta (Leppiniemi, 2017). Itseohjautuvan työskentelyn toimiminen edellyttää riittävää tietopohjaa, mitä ei välttämättä ole kaikilla oppilailla. Oppilaat ovat keskenään eritasoisia, joten on sekä opettajalle vaikeaa luoda tuntisuunnitelma yhteisesti eritasoisille oppilaille että heikommille oppilaille pysyä ohjauksessa mukana. (Kirschner ym., 2006) Heikko itseohjautuvuus voi estää myös tällöin käsitteellisen ymmärtämisen kehittymistä (Herranen, 2016).

On tutkittu, kuinka kontekstin ja ilmiöiden käyttö kemian opetuksessa voi johtaa pinnalliseen oppimiseen ilman teoriaohjausta. Samalla riskinä on, että riittävälle teoriaohjaukselle ei jää aikaa, kun keskitytään ilmiöön ja oppilaiden aktiiviseen toimijuuteen. (Kirschner ym., 2006)

Ilmiöpohjainen oppiminen on niin luonteeltaan kuin kontekstiltaankin monimuotoista. On kuitenkin tärkeää, että keskitetään opiskelijat etusijalle ja huomioidaan näin myös ryhmän taito- ja tietotasot (Scharlott ym., 2024). Opettajan olisikin hyvä valita kemian aiheen mukaan sopiva lähestymistapa, mikä sopii niin aiheen käsittelyyn kuin erilaisille ja eritasoisille opiskelijoillekin (Calik ym., 2010).

Lähteet

- Akkas, E., & Cevat, E. (2021). The effect of phenomenon-based learning approach on students' metacognitive awareness. *Educational Research and Reviews*, Vol. 16(5), 181-188.
- Aksela, M. & Montonen, M. (2007). Uusia lähestymistapoja kemian opetukseen perusopetuksesta korkeakouluhin. *Opetushallitus*.
- Elby, A. (2001). Helping Physics students learn how to learn. *American Journal of Physics* 69, S55. <https://doi.org/10.1119/1.1377283>
- Feinstein, N. W., & Waddington, D. I. (2020). Individual truth judgments or purposeful, collective sensemaking? Rethinking science education's response to the post-truth era. *Educational Psychologist*, 55(3), 155-166. <https://doi.org/10.1080/00461520.2020.1780130>
- Fields D., & Kennedy T. J. (2020). What if... Phenomenon- Based Learning Projects: Augmenting Upper and Early Learning Stem Lessons. *Inted 2020 Proceedings*, pp. 88-95. <https://doi.org/10.21125/inted.2020.0051>
- Gafoor, K., & Shilna, V. (2013). Analogies: A method to facilitate chemistry learning in schools. *Journal of Educational and research, Department of Education*.
- Gilbert, J. K. (2007). On the Nature of "Context" in Chemical Education. *International Journal of Science Education*, 28(9), 957-976. <https://doi.org/10.1080/09500690600702470>
- Grabe, W. P., & Stoller, F. L. (2002). Teaching and Researching Reading. *London: Pearson Education Longman*.
- Herranen, J. (2016). Inquiry-based and learner-centered chemistry education. *LUMAT-B: International Journal on Math, Science and Technology Education*, 1(3). <https://journals.helsinki.fi/lumatb/article/view/1201>
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235-266.
- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Published by Wiley in Journal of Computer Assisted Learning*, Vol. 7 (2).

Järvinen, A. (2002). Yhteistoiminnallisuus alkuopetuksessa. *Teoksessa: Sahlberg, P., & Sharan, S. (toim.) Yhteistoiminnallisen oppimisen käsikirja. Helsinki: WSOY, 245–265.*

Kausar, F. N., Ghazala, N., & Haroon, A. (2022). Causes of Students' Learning Difficulties in Secondary School Chemistry: A Study In Context Of Content And Assessment Strategies. *Journal of Positive School Psychology, Vol. 6, No. 10, 4443-4463.*

Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist, 41(2), 75-86.*

https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_1

Kivelä, A., & Siljander, P. (2013). Psychologism in Finnish Educational Science: From Herbartianism to Constructivism. *Scandinavian Journal of Educational Research, 57(4), 369-384.*

<https://doi.org/10.1080/00313831.2012.656282>

Larna, R. (2020). Ilmiöpohjaisuus oppimisen edistäjänä. *Teoksessa: Larna, R., Salo, T., Wenström, S., Orenius, M. & Mykrä, T. Oppimisen iloa ilmiöpohjaisesti. Haaga-Helia 12/2020, 6–18.*

López-Guerrero, M. D. M., Serrano- Angulo, J., & Blanco-Lopez, A. (2022). Students' perception of the difficulty of Chemistry concepts. *Journal of Positive School Psychology, Vol. 6, No. 10, 4443-4463.*

Mattila, P.; Silander, P. (2015). How to Create the School of the Future - Revolutionary Thinking and Design of Finland. *University of Oulu, Center for Internet Excellence. (Perustuen teoksiin: Silander, Ryymin & Mattila (Eds.) (2012). Tietoyhteiskuntakehityksen strateginen johtajuus kouluissa ja opetustoimessa; Silander (Ed.) (2013). Johtajuudella toimintakulttuurin muutokseen – tietoyhteiskuntakehitykseen kouluissa ja opetustoimessa.)*

Muukkonen, H., Hakkarainen, K., & Lakkala, M. (1999). Collaborative Technology for Facilitating Progressive Inquiry: The Future Learning Environment Tools. *Teoksessa: C. Hoadley & J. Roschelle (Eds.). The proceedings of the CSCL '99 conference. Viitattu 7.10.2016.*

<http://www.helsinki.fi/science/networkedlearning/texts/muukkonenetal1999.pdf>

Naik, R. P. (2019). Phenomenon-Based Learning in Finland. *Master's thesis, University of Jyväskylä, p 81.*

Next Generation Science Standards. (2016). Using Phenomena in NGSS-Designed Lessons and Units. <https://www.nextgenscience.org/sites/default/files/Using%20Phenomena%20in%20NGSS.pdf>

Saritas, M. T. (2015). Chemistry teacher candidates' acceptance and opinions about virtual reality technology for molecular geometry. *Academic Journals*, 10(20), 2745-2757.

Schaffar, B., & Wolff, L. A. (2024). Phenomenon-based learning in Finland: a critical overview of its historical and philosophical roots. *Cogent Education*, 11(1). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.2309733>

Scharlott, L. J., Rippey, D. W., Rosa, V., & Becker, N. M. (2024). Progression toward Causal Mechanistic Reasoning through Phenomenon-Based Learning in Introductory Chemistry. *Journal of Chemical Education*. 101 (3), 777-78. DOI: 10.1021/acs.jchemed.3c00517

Schraw, G., & Dennison R. S. (1994). Assessing metacognitive awareness. *Contemporary Educational Psychology*, 19(4), 460-475. <https://doi.org/10.1006/ceps.1994.1033>

Silander, P. (2015a). Digital Pedagogy. Teoksessa Mattila, P., & Silander, P. (Eds.). (2014). How to create the school of the future: Revolutionary thinking and design from Finland (pp. 9-26). *University of Oulu, Center for Internet Excellence*.

Silander, P. (2015b). Rubric for Phenomenon Based Learning. *Phenomenal Education*. Viitattu 5.10.2016. <http://www.phenomenaleducation.info/phenomenon-based-learning.html>

Silander, P., Riikonen, S., Seitamaa-Hakkarainen, P., & Hakkarainen, K. (2022). Learning Computational Thinking in Phenomena-based Co-creation Projects: Perspectives From Finland. In S.-C. Kong, & Abelson, H. (Eds.), *Computational Thinking Education In K-12: Artificial Intelligence Literacy and Physical Computing* (pp. 103-119). <https://doi.org/10.7551/mitpress/13375.003.0008>

Symeonidis, V., & Schwarz, J. F. (2016). Phenomenon-Based Teaching and Learning through the Pedagogical Lenses of Phenomenology: The Recent Curriculum Reform in Finland. *Forum Oświatowe*, 28(2), 31–47. <http://forumoswiatowe.pl/index.php/czasopismo/article/view/458>

Taber, K. S. (2002). Chemical misconceptions: prevention, diagnosis and cure (Vol. 2). *Royal Society of Chemistry*.

Taber, K. S. (2011). Constructivism as educational theory: Contingency in learning, and optimally guided instruction. In J. Hassaskhah (Ed.), *Educational Theory* (pp. 39–61). New York, NY: Nova Science Publishers.

Tenenbaum, G., Naidu, S. Jegede, O., & Austin, J. (2001). Constructivist pedagogy in conventional on-campus and distance learning practice: an exploratory investigation. *Learning and Instruction*, 11, 87-111.

Wang, Y., Rocabado, G. A., Lewis, J. E., & Lewis, S. E. (2021). Prompts to promote success: Evaluating utility value and growth mindset interventions on general chemistry students' attitude and academic performance. *Journal of Chemical Education*, 98(5), 1476-1488.

Woldeamanuel, M. M., Atagana, H., & Engida, T. (2014). What makes chemistry difficult? *African Journal of Chemical Education*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:179581032>

Wu, H. K., Krajcik, J. S., & Soloway, E. (2001). Promoting understanding of chemical representations: Students' use of a visualization tool in the classroom. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 38(7), 821-842.