



Maija Aksela & Marja Montonen (Toim.)

Uusia lähestymistapoja kemian opetukseen perusopetuksesta korkeakouluihin

Valtakunnalliset kemian opetuksen päivät
29.–30.3.2007 Helsinki

Osa I
Perusopetuksen vuosiluokat 1–9
Uusia lähestymistapoja kemian
opetukseen perusopetuksessa

Alkusanat

Kemian opetuksen päätavoitteena on kemian mielekäs oppiminen erilaisia oppimisympäristöjä hyödyntäen. Tavoitteen saavuttamiseksi tarvitaan monipuolisia lähestymistapoja kaikilla kouluasteilla perusopetuksesta korkeakouluihin. Tähän kirjaan – Suomen ensimmäiseen kemian opetuksen kirjaan – on koottu 47 artikkelia erilaisista lähestymistavoista. Artikkelien kirjoittajat ovat esiintyneet valtakunnallisten kemian opetuksen päivien ohjelmassa.

Valtakunnalliset kemian opetuksen päivät järjestettiin toisen kerran 29.–30.3.07 Helsingissä (ohjelma liitteessä 1). Päivillä teemana olivat uudet kemian opetus suunnitelmat eri asteilla ja niiden toteutusmallit sekä eri koulutusasteiden ja elinkeinoelämän välinen yhteistyö. Ohjelmassa esiteltiin kemian opetusta kaikilla asteilla: perusopetus, lukio ja ammatillinen koulutus sekä korkeakoulut. Päiville osallistui lähes 300 osallistujaa.

Päivät tarjoavat keskeisen kohtaamis- ja vuorovaikutuspaikan kemiaa opettaville luokan- ja aineenopettajille, korkeakouluopettajille, opinto-ohjaajille, kemian ja sen opetuksen tutkijoille, opiskelijoille, oppimateriaalien tuottajille, toimittajille, elinkeinoelämän yhteistyökumppaneille sekä kaikille kemian opetuksen ystäville ja sen tukemisesta kiinnostuneille. Kemian opetuksen tulevaisuuden kannalta on olennaista, että päiville osallistuu runsaasti myös nuoria opettajaopiskelijoita tai opettajia.

Kemian opetuksen päivät on toteutettu eri kemian opetuksen kehittämiseen osallistuvien tahojen (liite 1) yhteistyönä. Vuoden 2007 päivien koordinoinnista vastasi Helsingin yliopiston kemian laitoksella toimiva Kemian opetuksen keskus.

Kirjan artikkeleissa esitellään sekä kemian opetuksen järjestämistä käytännössä että kemian opetuksen tutkimusta. Tutkimusartikkelit ovat pääosin Suomesta. Muutama artikkelista on ruotsiksi tai englanniksi. Kirjoittajina on sekä nuoria kemian opettajia tai tutkijoita sekä pitempään kemian opetuksen kehittämisessä vaikuttaneita asiantuntijoita.

Kirjan artikkelit antavat laajan kuvan kemian opetuksesta Suomessa. Eri kouluasteilla tehdään runsaasti kemian opetuksen kehittämistyötä, johon sisältyy olennaisesti myös monipuolinen yhteistyö eri tahojen kanssa. Artikkelit sisältävät runsaasti hyviä esimerkkejä käytännön opetuksen suunnittelusta ja toteutuksesta. Artikkeleita voidaan käyttää myös opettajien perus- ja täydennyskoulutuksessa, tutkimuksessa sekä suunniteltaessa valtakunnallisia kemian opetuksen kehittämishankkeita.

Kirja sisältää 15 tutkimustietoon pohjautuvaa artikkelia, joiden kirjoittajat ovat pääosin kemian opetuksen jatko-opiskelijoita eri puolilta Suomea. Opetuksen tutkimus on keskeinen elementti kemian opetuksen kehittämisessä. Opettajat tarvitsevat tutkimusperustaista tietoa siitä, kuinka edistää oppimista. Opettajan tulee ymmärtää



oppilaiden ajattelua, jotta hän pystyy tukemaan mielekästä kemian oppimista sek
opiskelussa tarvittavien taitojen kehittymistä. Opettajan tulee saada myös valmiuk
sia oman työnsä kehittämiseen.

Omistamme tämän kirjan kemian opettajille ja tuleville kemian opettajille. Opet
tajat ovat avainasemassa mielekkään ja innostavan kemian opetuksen kehittämis
sä. Toivomme paljon iloa ja elämyksiä artikkeleista lukijoille sekä kirjan runsasta
käyttöä.

Helsingissä 31.12.2007

Maija Aksela
päivien koordinaattori
Kemian opetuksen
keskus, kemian laitos,
Helsingin yliopisto

Marja Montonen
opetusneuvos
Opetushallitus



INLEDNINGSDORD

Huvudmålet för kemiundervisningen är meningsfull inlärnin g i kemi genom utnyttjande av olika lärmiljöer. För att målet ska nås måste alla utbildningsstadier från grundläggande utbildning till högskolor använda sig av mångsidiga metoder för att närma sig ämnet. För denna bok, den första i Finland som behandlar kemiundervisning på olika utbildningsstadier, har man samlat 44 artiklar om olika infallsvinklar. A tklarnas författare deltog i programmet för utbildningsdagarna om kemiundervisning den 29.–30.3 2007.

Kemins utbildningsdagar arrangerades för andra gången i Helsingfors (program i bilaga 1). Teman för dagarna var de nya läroplanerna i kemi för olika stadier och deras implementering samt samarbetet mellan olika utbildningsstadier och näringslivet. Under programmet presenterades kemiundervisningen på alla stadier och nivåer: grundläggande undervisning, gymnasium och yrkesutbildning samt högskolor. Nästan 300 deltagare deltog i dagarna.

Utbildningsdagarna erbjuder en viktig plats för möten och växelverkan för klass och ämneslärare som undervisar i kemi, högskolelärare, studiehandledare, forskare i kemi och kemididaktik, studerande, producenter av studiematerial, redaktörer, samarbetsparter inom näringslivet samt alla kemiundervisningens vänner och för dem som vill understöda den. Det är väsentligt för kemiundervisningens framtid att även unga lärare och lärarstuderande deltar i dagarna.

Kemiundervisningens utbildningsdagar genomfördes som samarbete mellan olika instanser som deltar i utvecklandet av kemiundervisningen (bilaga 1). För dagarnas koordinering år 2007 svarade Centret för kemiundervisning som är en del av Kemiska institutionen vid Helsingfors universitet.

I bokens artiklar presenteras både kemiundervisning i praktiken och forskning kring kemiundervisningen. Forskningsartiklarna kommer i huvudsak från Finland. Några artiklar är på svenska eller engelska. Författarna är både unga kemilärare eller forskare samt sakkunniga som under en längre tid bidragit till utvecklandet av kemiundervisningen.

Bokens artiklar ger en omfattande bild av kemiundervisningen i Finland. På olika skolstadier pågår ett flitigt utvecklande av kemiundervisningen, vilket även innebär ett mångsidigt samarbete mellan olika instanser. Artiklarna innehåller rikligt med goda exempel på hur kemiundervisningen kan planeras och genomföras. Artiklarna kan användas även för lärarnas grundutbildning och fortbildning samt för forskning och i planering av riksomfattande utvecklingsprojekt.

Boken innehåller 15 artiklar som baserar sig på forskningsinformation. Författarna är i huvudsak studerande som kommer från olika delar av Finland och som bedriver fortsatta studier inom kemiundervisning. Forskningen är ett centralt element i utvecklandet av kemiundervisningen. Lärarna behöver forskningsbaserad information om hur de kan främja inlärnin g. För att kunna stöda meningsfullt lärande



i kemi samt utvecklingen av färdigheterna som behövs för studierna, bör läraren förstå elevens sätt att tänka. Läraren bör även få möjlighet att utveckla det egna arbetet.

Vi dedicerar denna bok till kemilärarna och framtida lärare. Lärarna spelar en nyckelroll i utvecklandet av en meningsfull och inspirerande kemiundervisning. Vi önskar att läsarna finner mycket glädje och många upplevelser i artiklarna samt att boken används flitigt.

Helsingfors 31.12.2007

Maija Aksela
utbildningsdagarnas koordinator
Centret för kemiundervisning
Kemiska institutionen,
Helsingfors universitet

Marja Montonen
undervisningsråd
Utbildningsstyrelsen



Sisällys

Kemian opetuksen tila	7
Kemian opetuksen visioita kemianteollisuuden näkökulmasta	10
Mapping Affect Project (MAP): Promoting links between values, judgement of learning and cognition in learning natural science in Taiwan	12

Osio I

Perusopetuksen vuosiluokat 1–9

Vuosiluokilla 5–6 opiskellaan kemiaa	26
Toteutusmalleja vuosiluokkien 7–9 opetukseen – Ympäristökemiaa	31
Luova ajattelu ja tutkiva oppiminen InnoApajassa – esimerkkinä polymeerikemia	36
Vettä verkossa -verkkomateriaalin hyödyllisyys luokanopettajaopiskelijoiden arvioimana	43
Oppimisleikistä apua alkuaineiden jaksollisen järjestelmän perusopetukseen?	49
Kerhokeskus tiedeharrastuneisuuden tukijana	58
Ksenonit-virtuaalikerho lasten innoittajana	63
Concept cartoons eller begreppsbubble i kemiundervisningen – en utmaning för tänkandet	67
Hiilihydraattien kemian opetus terveystieteiden näkökulmasta	71
Perusopetuksen oppilaiden käsityksiä kemian teknologiasta	78
Tutkiva lähestymistapa kemian opettamisessa – tapaustutkimus luokanopettajien täydennyskoulutustarpeesta kemiassa	85



Kemian opetuksen tila

Marja Montonen
Opetushallitus

Kemian opetuksen määrälliset edellytykset ovat parantuneet uuden tuntijaon myötä. Kemian ilmiöiden tutkiminen on selkeästi esillä jo alaluokkien ympäristö- ja luonnontiedon opetussuunnitelman perusteissa. Opetukselle on tuntijaossa entistä enemmän aikaa sekä perusopetuksessa että lukiossa. Kiinnostus ja innostus kemiaan syntyy silloin, kun opetuksen laadusta pidetään huolta. Innostavan ja mielekkään kemian opetuksen takaaminen on haaste opettajille, joiden työtä voidaan tukea järjestämällä seminaareja, teemapäiviä ja työpajoja. Tällaiset tilaisuudet tarjoavat opettajille mahdollisuuden tutustua ja oppia uusia tapoja opetuksen toteuttamiseksi ja tietoa kemian uusista sovelluksista sekä myös mahdollisuuden verkottumiseen – vertaistuen antamiseen ja saamiseen.

Perusopetuksen vuosiluokat 1–6

Perusopetuksen luokilla 1–4 kemian ilmiöalue kuuluu ympäristö- ja luonnontietoon nimiseen oppiainekokonaisuuteen. Tällöin tavoitteena on ensisijaisesti oppilaiden tutkimuksen taitojen kehittäminen. Opetussuunnitelman perusteissa korostuvat toiminnallisuus ja oppilaan lähiympäristössä tapahtuvien kemiallisten ilmiöiden selittäminen ja ymmärtäminen. Vuosiluokilla 5–6 perusopetuksen uudistunut tuntijako sisältää erikseen fysiikkaa ja kemiaa yhteensä kaksi vuosiviikkotuntia. Uudistetussa opintosuunnitelman perusteissa ei sisällöllisesti, eikä myöskään tavoitteiden osalta ole suurta eroa entisiin verrattuna. Kuitenkin aiemmin fysiikan ja kemian ilmiöalue jäi käytännössä melko vähäiselle käsittelylle, osittain siksi, että monet luokanopettajat tunsivat oman aineenhallintansa kovin heiveröiseksi. Koulu- tai kunta-kohtaisin opetussuunnitelmiin on nyt siis sisällytettävä kemian ilmiöalueen tarkastelu ja opetusta myös järjestettävä tuntijaon mukainen oppituntien määrä.

Luokanopettajien peruskoulutuksessa opetussuunnitelmaan sisältyy fysiikan ja kemian aineenhallintaa ja didaktiikkaa kovin vaihtelevasti riippuen opettajankoulutusta järjestävän laitoksen perinteestä tai resurssien jaosta tiedekunnan sisällä. Opettajien täydennyskoulutuksessa fysiikan ja kemian aineenhallinta ja didaktiikka on ollut LUMA-hankkeen (1996–2002) alusta lähtien yksi luokanopettajille järjestettävän koulutuksen painopistealueista ja koulutukseen hakeutuu edelleen runsaasti opettajia. Opetushallituksen kustantamaan aiemmin 3–5 opintoviikon nykyisin enimmäkseen kahdeksan opintopisteen täydennyskoulutukseen on osallistunut vuosittain noin 100–150 luokanopettajaa. LUMA-hankkeen alkuvuosina osallistujia oli 500–900 opettajaa vuosittain. Arvokkaan lisäresurssin luokanopettajien täydennyskoulutukseen on viime vuosina tarjonnut valtakunnallinen LUMA-keskus, joka on järjestänyt Opetushallituksen maksamien kurssien lisäksi kymmeniä työpajoja.

Fysiikan ja kemian opetussuunnitelman perusteissa korostuu kokeellinen ja tutkiva lähestymistapa, joka edellyttää uusia opetuksen työtapoja, mutta myös sopivia tiloja ja opetusvälineitä. Perusopetuksen luokilla 1–6 opetus voidaan järjestää kohtuullisen kokoisissa ryhmissä myös tavallisessa luokkahuoneessa käyttäen yksin-



kertaisia välineitä. Monessa koulussa suuri ryhmäkoko tai välineiden puute vaikeuttavat kuitenkin edelleen tavoitteiden mukaisen opetuksen järjestämistä.

Vuosiluokkien 7–9 kemia

Perusopetuksen tuntijaossa luokilla 7–9 fysiikan ja kemian yhteinen tuntimäärä lisättiin seitsemään. Tällä haluttiin taata kiireetön tutkivaan lähestymistapaan tukeutuva oppiminen. Koulutuksen järjestäjän päätäntävallassa on se, miten tunnit aineiden ja vuosiluokkien välillä jaetaan. Kaikille tulee kuitenkin taata tasapuoliset mahdollisuudet päättöarvioinnin kriteerien saavuttamiseen molemmissa oppiaineissa. Valitettavan monessa koulussa on kuitenkin palattu 1984 tuntijakoon, jolloin 9. vuosiluokan opinnot sisältävät vain fysiikkaa. Näin ollen kemia on ainoa lukiossa pakollisena jatkuva oppiaine, jota 9. vuosiluokalla ei opeteta lainkaan.

Kemian opetuksen yhtenä tärkeimpänä tavoitteena vuosiluokilla 7–9 on kiinnostuksen herättäminen ja sen ylläpitäminen kemian opiskelua kohtaan. Tähän vaikuttavat pääosin käytetyt opiskelumenetelmät ja sisältöjen oppilaan kannalta mielekäs konteksti. Perusopetuksen aikana muodostunut asenne määrää suurelta osin sen, kuinka laajoja oppimääriä opiskelija lukiossa valitsee. Haasteellisena voidaan pitää myös sitä, että suuri osa oppilaista ei ole saavuttanut formaalisen ajattelun tasoa, jota osa kirjattujen tavoitteiden ja sisältöjen ymmärtämisestä edellyttää.

Aineenopettajien aineenhallintaa ja didaktista osaamista voidaan pitää useimmissa tapauksissa riittävänä, mutta koulutuksen järjestäjän resursointi on monessa koulussa niin niukkaa, että ryhmäkoot, oppimateriaalin puute tai vanhentunut välineistö haittaavat kohtuuttomasti kokeellisen lähestymistavan toteuttamista. Uudistuneiden opetussuunnitelmien mukaiseen opetukseen ja niihin sisältyvien aihekokonaisuuksien käsittelyyn myös aineenopettajille tulisi taata mahdollisuus täydennyskoulutukseen erityisesti monipuolisten oppimisympäristöjen käytössä sekä teknologian ja kestävän kehityksen eri osa-alueilla.

Lukion kemia

Lukion tuntijaossa kemiaa sisältyy yksi kurssi pakollisena kaikille. Tämän kurssin opiskelun tavoitteena on paitsi luoda pohjaa lukion muiden oppiaineiden opiskelulle, myös lisätä opiskelijoiden kiinnostusta kemian syventäviä opintoja kohtaan. Kaikille yhteisen kurssin opetuksen merkitystä ei kaikilta osin ole tiedostettu ja pakollisen kurssin menetelmällinen kehittäminen on ollut vähäistä. Tämän kurssin suorittaa vuosittain noin 34 000 opiskelijaa sitä vastoin laajan kemian oppimäärän on kaikista lukion päättäneistä suorittanut runsaat 16 prosenttia. Tämä osuus on vuosittain vaihdellut, mutta ollut viime vuosina lievästi laskussa. Yliopistoissa ja korkeakouluissa edellytetään tai ainakin on paljon hyötyä laajemmista kemian lukio-opinnoista noin 40 prosentissa opiskelupaikkoja. Ollaan siis vielä kaukana jatko-opintojen edellyttämisestä kemian osajien määristä. Kemian opiskelijamäärien lisääminen lukiossa onkin edelleen haaste, johon jokainen opettaja joutuu myös osaltaan vastaamaan.



Ylioppilastutkinnon reaaliaineiden koe on suoritettu vain neljänä tutkintokertana, joten pitkälle meneviä päätelmiä ei siirtymäkauden vastaajamääristä kannata tehdä. Kuitenkin kemian kokeeseen osallistuneiden määrä molemmissa kevään kokeissa nousi useita prosenttiyksikköjä, ja kemian paikka näyttäisi vakiintuvan keskisuurten reaaliaineiden joukkoon. Kemian kokeeseen keväällä 2007 osallistui miltei 80 prosenttia laajan oppimäärän suorittaneista, mikä on tulkittavissa, että kemiaa opiskellaan lukiossa tositarkoituksella.

Lukion opetussuunnitelman perusteissa kemian kokeellisuus on tavoitteena jokaisessa kurssissa. Tarkoituksenmukaiselta ei tällöin tunnu ratkaisu, että kokeellinen työskentely keskitetään erilliselle vapaaehtoiselle laboratoriokurssille. Lukioiden valmiudet kokeellisen opetuksen järjestämiseen kuitenkin vaihtelevat suuresti. Noin puolessa lukioista järjestetään laboratoriokurssi tai vastaava. Tiedossa ei ole korvaanko tällä pakollisen tai syventävien kurssien kokeellisuus.

Syventävien kurssien toteuttamisen osalta kokemukset ovat sangen vähäisiä, mutta opetussuunnitelman laatijoiden tarkoitus miltei saman laajuisen sisällön levittämisestä neljälle kurssille entisen kolmen sijasta näyttää toteutuvan ainakin oppimateriaalien osalta. Pakollisen kurssin toteutus on tuottanut alussa osalle opettajista vaikeuksia, sillä sisällöistä ei ole rohjettu riittävästi karsia perusopetuksessa käsiteltyjä tai vanhoissa oppikirjoissa olevia sisältöjä, vaikka ne eivät uudistettuun kurssiin enää kuuluisikaan.

Aineenopettajien täydennyskoulutus

LUMA-projektin aikana (1996–2002) kemian arvosanaopintoja (20 ov) suoritti yhteensä 360 toimessa olevaa kemian opettajaa. Lisäksi 60 opettajaa suoritti lisäksi laudatuopinnot. Vuodesta 2002 lähtien kemian aineenopettajille valtion tukemaa täydennyskoulusta on ollut niukasti tarjolla. Useimmat kemian opettajat kuitenkin tarvitsevat tietojen päivitystä nopeasti kehittyvillä alueilla, jotka sisältyvät myös oppimäärän sisältöihin, kuten vihreä kemia, nanokemia tai kemian teknologia yleensä. Koulutusta on ansiokkaasti järjestänyt esimerkiksi Kemianteollisuus ry, joka Opetushallituksen ja MAOLry:n kanssa yhteistyössä on järjestänyt vuosittain Kemia tänään -tapahtumia eri puolella Suomea. Opettajain täydennyskoulutus ei kuitenkaan pysyvästi voi olla elinkeinoelämän järjestöjen varassa, vaan rahoituksen tulisi tulla opetusministeriöstä. Toinen merkittävä koulutuksen tarjoaja on ollut valtakunnallinen LUMA-keskus, joka on kurssien lisäksi järjestänyt maksuttomia työpajoja ja teemapäiviä.



Kemian opetuksen visioita kemianteollisuuden näkökulmasta

Toimitusjohtaja Hannu Vornamo
Kemianteollisuus ry

Kemia on vahva yhteiskunnallinen tukipilari. Sen varaan rakentuu suuri osa teollisuutemme aloista, niiden kehittämistä materiaaleista, tuotteista ja menetelmistä. Kemian on haettava keinoja, joilla sen näkyvyys ja tunnettuus vastaa sille kuuluvaa yhteiskunnallista ja taloudellista merkitystä.

Kemianmerkitys tulee esiin vasta osaamisen kautta: kemikaali prosessoituna, oikeassa suhteessa ja käyttökohteessa. Suomalaisen kemian osaamisen esimerkkejä ovat muun muassa vesi- ja paperikemikaalit, prosessiteollisuuden entsyymit, liikenteen, rakentamisen sekä IT-klusterin tarvitsemat tuotteet. Osaamisen ja tutkimuksen tehokas hyödyntäminen toimialojen verkostossa korostuu.

Nopeasti muuttuvassa ja kansainvälisessä maailmassa ympäristöasiat, turvallisuus ja hyvinvointi ovat yhä tärkeämpiä asioita yksilön ja yhteisöjen kannalta. Kestävä tulevaisuus edellyttää vastuullisuutta, luovuutta sekä vuorovaikutusta muiden alojen osaajien kanssa. Uusien innovaatioiden synnyttäminen sekä teollisuuden rakennemuutos ovat kestävän kehityksen lisäksi vallitsevia trendejä. Niiden tuloksellisuuteen vaikutetaan muun muassa resursoimalla pitkäjänteistä perustutkimusta kehittämällä tiederajoja ylittävää koulutusta ja tutkimusta sekä varmistamalla innovaatiojärjestelmän toimivuus kansallisesti ja kansainvälisesti.

Tulevaisuus asettaa haasteita, mutta myös mahdollisuuksia kemialle. Kemialla tulee olemaan merkittävä rooli kestävän kehityksen tavoitteiden saavuttamisessa. Luonnontieteen uudet ulottuvuudet, kuten nanomittakaava ja tieteiden rajojen katoaminen tarjoavat mahdollisuuksia kemian osaajille. Osaamisen merkitys kilpailukykytekijänä korostuu. Kasvavat osaamistarpeet, kehittyvä teknologia sekä väestön ikärakenne edellyttää vahvaa osaamista suomalaisen kilpailukyvyyn ylläpitämiseksi ja kehittämiseksi. Tulevaisuudessa ei riitä hymistely ja seuraileva toimintatapa, vaan tarvitaan edelläkävijöitä.

Koulutuksen haaste on tarjota tiiviissä yhteydessä työelämään laaja-alainen ja syvällinen osaaminen, joka palvelee tutkimuksen, elinkeinoelämän sekä julkisen sektorin tarpeita. Monipuoliset oppimisympäristöt tarjoavat oppimiselle mielekkäät puitteet. Ammatillisen koulutuksen työssäoppiminen ja korkeakoulutuksen erilaiset yhteistyöprojektit, opinnäytetyöt ja harjoittelut tukevat ammatillisen osaamisen ja identiteetin kehitystä. Eurobachelor-tutkinnon myötä opiskelijoiden liikkuvuus ja tutkinnon suorittaneiden hakeutuminen kansainvälisille työmarkkinoille helpottuu. Tohtoritason tehtävien kehittämisen lisäksi myös kemistin mahdollisuudet ja valmiudet toimia yrittäjänä on mielenkiintoinen kysymys.

Opettajan rooli lasten ja nuorten kiinnostuksen herättäjänä ja osaamisperustan rakentajana on merkittävä. Kemian oppiminen ja osaaminen on jokamiehen oikeus ja velvollisuus. Yleissivistävien opintojen opetussuunnitelmien perusteiden mukaan



kemian opetuksen tavoitteena on saada kokemuksia, jotka herättävät ja syventävät kiinnostusta alaa sekä sen opiskelua kohtaan. Sen varaan luodaan vähitellen vahvistuvaa osaamis pohjaa. Toimivan rakenteen saavuttamiseksi muun muassa eri koulutusasteiden välinen yhteistyö, ammatillisen koulutuksen ja korkeakoulujärjestelmän kehittäminen ovat tämän hetken painotuksia.

Kemian opettajien koulutuksella ja opetuksen tutkimuksella on keskeinen rooli kemian osaamisen vahvistajana. Keskittämällä toimintoja varmistetaan koulutuksen laatu ja tutkimusperusteinen opetusta. Täydennyskoulutus tukee ammatillista kasvua ja verkottumista sekä tarjoaa mahdollisuuden seurata tutkimuksen ja teollisuuden nopeaa kehitystä.

Koulujen, oppilaitosten ja yritysten välinen yhteistyö hyödyttää kaikkia osapuolia. Se tukeemuun muassa jo peruskoulun ja lukion opetussuunnitelmien perusteissa mainittuja avoimen oppimisympäristön tavoitteita osaamisen, oppimismenetelmien sekä ammatinvalinnan tukemista. Kemianteollisuus haluaa osaltaan olla tuke-massa ja kehittämässä tätä yhteistyötä.

Tulevaisuus on kemialle suuri mahdollisuus!



Mapping Affect Project (MAP): Promoting links between values, judgement of learning and cognition in learning natural science in Taiwan

John Oversby

Institute of Education, The University of Reading,
Reading, RG6 1HY, UK, J.P.Oversby@reading.ac.uk

Shu-Nu Chang: College of Liberal and General
Education, Aletheia University, Taiwan shunu@ms3.url.com.tw

Developing a self-awareness of achievement and progress is an essential part of promoting sound personal Judgment of Learning. This contributes to self-directed learning goals and consequent action, fundamental characteristics of life-long learners. The project described, Mapping Affect Project, has been based on Bloom's Taxonomy of Values. Criteria for student self-assessment of a variety of affective characteristics of learning, including social behaviour, judgement of cognitive learning, and values towards learning, have been created and used with a group (N=110) of Taiwanese college level non-science major students. The project aimed to test the validity and reliability of the instrument against these students. Reliability was determined by seeking student responses to a pair of hypothetical interview conversations. The data points to a significant variation in the ability of these students to make reliable self-assessments. For most of the characteristics being self-assessed, there was no significant correlation with a summative test of achievement at the end of the course. For three areas, group work, seeking help and understanding of chemical symbols, there was a negative correlation between achievement and student self-assessment scores. These are explained in terms of obvious and tangible features being available to individual students, compared with less well-characterised features of other affective aspects of learning. We conclude that self-assessment may not be as reliable as we expected, and that further work may be required to train students in using valid self-assessment criteria.

Introduction

Many chemistry courses proclaim a set of aims that espouse lofty ideals about developing lifelong interest in learning, self-supported motivation to learn, and the development of a reflective approach towards individual progress and target-setting. However, it seems to be rare that learners are directed to engage their thinking and actions towards these aspects of learning, with most focussing only on cognitive development. In this project, we decided to take these claims seriously and to establish a framework for rigorous and systematic criterion-based self-assessment of a range of aspects of learning. The range included learner values towards the learning process, their own judgment of learning, learner feelings about working in a social context, and confidence in their learning. We wish to emphasise that we have focused entirely on affective characteristics of learning, since we believe that this area has been under-represented in research. This project is part of a longer-term project aimed at developing metacognitive reflective skills to promote higher level thinking, and to provide quality assurance of a wide range of learning aspects.



The value of developing metacognition has been well explained by Gunstone and Mitchell (1998), and by Gunstone and Northfield (1992). Bandura (1991; 1997) provides strong evidence for a causal link between motivation, self-efficacy and achievement. Cao and Nietfield (2005) studied accuracy of learning in a psychology course. They concluded that:

“As a key component in self-regulated learning, the ability to accurately judge the status of learning enables students to become strategic and effective in the learning process. Weekly monitoring exercises were used to improve college students' accuracy of judgment of learning over a 14-week educational psychology course. A time series design was used to assess the within-subject differences in judgment of learning (JOL), confidence, monitoring accuracy, and performance. Results show that the monitoring exercises have a positive effect: JOL, confidence, monitoring accuracy, and performance all increased over the semester. Four metacognitive judgments have been used to operationalize the concept of monitoring to reflect the ongoing process-related metacognitive activities that one may engage in when performing a task. These judgments include: (a) task difficulty or ease of learning judgment (EOL), (b) learning and comprehension monitoring or judgment of learning (JOL), (c) feeling of knowing (FOK), and (d) confidence judgments.”

Their instrument included self-assessments that were unsupported by explicit detailed criteria, providing % scales. This highly quantitative methodology appears to characterise much of the existing research.

We focus on what we have termed here Judgment of Learning as one strategy in developing metacognitive awareness. We distinguish between Learning and Judgment of Learning. Learning is often assessed through specific questions or tasks designed to test understanding of explicit learning objectives. Success in responding to the tasks or questions is translated into an assessment of learning. Judgment of Learning is a self-assessment activity in which the learners make their own judgment of their success in meeting learning objectives.

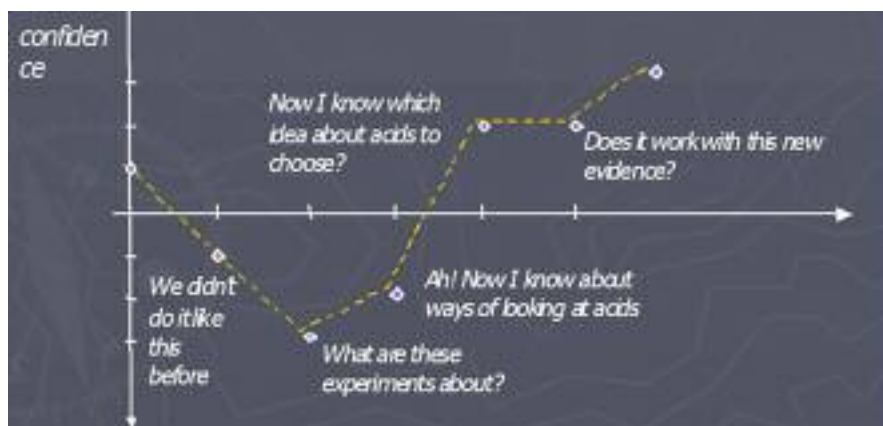
We are currently undertaking preliminary research into the effectiveness of affective domain assessments for assuring quality of learning and for the development of metacognitive awareness. By metacognitive awareness we mean the capability of learners to become aware of their strategies for and achievements in learning. This implies being able to think about one's own thinking, a higher level process. We aim to provide a tool that will develop that self-efficacy.

We focus on what we have termed here Judgment of Learning as one strategy in developing metacognitive awareness. We distinguish between Learning and Judgment of Learning. Learning is often assessed through specific questions or tasks designed to test understanding of explicit learning objectives. Success in responding to the tasks or questions is translated into an assessment of learning. Judgment of Learning is a self-assessment activity in which the learner makes their own judgment of their success in meeting learning objectives. It may correlate well with Learning.

The original basis for the project came from the use of Fortune Lines (Gunstone & White, 1992). In a chapter on Fortune Lines, they describe a technique used for plotting the fortunes of characters in novels and stories. The advantage of Fortune Lines



is that they can be used to assess a wide variety of features of learning, including confidence and other affective aspects and content learning. They are particularly well adapted to self-assessment, especially if the criteria have become thoroughly established through discussion and negotiation. A second advantage of Fortune Lines is that they monitor progress over time, an important feature in a continuing education system. An example of a Fortune Line generated in a session about acidity is provided below. Confidence refers to confidence in understanding the concepts involved, i.e. a self-assessment.



We have developed the Fortune Lines idea to monitor multiple aspects of learning.

Previous work

Our interest is in the assurance of quality of learning. This is in line with recent attention to Assessment for Learning which attends not only to specific learning achievements and providing feedback to the learner, but makes suggestions on the next steps to be taken by both learner and teacher. We see self-assessment of Judgement of Learning and other affect as a major component of self-regulation of personal quality of learning.

There is relatively little previous work on record in this area, particularly for chemistry students. Self-assessment is more often directed at generic statements of learning (very good, good, average, poor), or other Likert type scales. As such, they are often of little use for Assessment for Learning.

The following is adapted from: Krathwohl, Bloom and Masia (1956). The taxonomy was developed to organize levels of commitment. As such it could just as properly be discussed as a regulatory system. Krathwol et al proposed five levels.

Affective Domain		
Level	Definition	Example
Receiving	Being aware of or attending to something in the environment.	Person would listen to a lecture or presentation about a structural model related to human behavior.
Responding	Showing some new behaviors as a result of experience.	The individual would answer questions about the model or might re-write lecture notes the next day.
Valuing	Showing some definite involvement or commitment.	The individual might begin to think how education may be modified to take advantage of some of the concepts presented in the model and perhaps generate a set of lessons using some of the concepts presented.
Organization	Integrating a new value into one's general set of values, giving it some ranking among one's general priorities.	This is the level at which a person would begin to make long-range commitments to arranging his or her instruction and assessment relative to the model.
Characterization by Value	Acting consistently with the new value.	At this highest level, a person would be firmly committed to utilizing utilize the model to develop, select, or arrange instruction and would become known for that action.

We were also influenced by Kibler, et al, and Gronlund in our construction of level criteria (see below).



Descriptors of the Major in the Affective Domain	Categories Illustrative Verbs
1. Receiving – willingness to receive or to attend to particular phenomena or stimuli (classroom activities, textbook, assignment, etc.). Receiving has been divided into three subcategories: awareness, willingness to receive, and controlled or selected attention. From the teaching standpoint, receiving is concerned with getting, holding, and directing the student's attention.	1. Receiving – acknowledge, ask, attend, be aware, choose, describe, follow, give, hold, identify, listen, locate, name, receive, reply, select, show alertness, use, view, watch.
2. Responding – refers to active participation on the part of the student. The student is sufficiently motivated not to just be willing to attend, but is actively attending. Responding indicates the desire that a student has become sufficiently involved in or committed to a subject, activity, etc., so as to it out and gain satisfaction from working it or engaging in it.	2. Responding – agree (to), answer, ask, assist, communicate, comply, consent, conform, contribute, cooperate, discuss, follow up, greet, help, indicate, inquire, label, obey, participate, pursue, question, react, read, reply, report, reseek quest, respond, seek, select, visit, volwith unteer, write.
3. Valuing – the student sees worth or value in the subject, activity, assignment, etc. An important element of behavior characterized by valuing is that it is motivated, not by the desire to comply or obey, but by the individual's commitment to the underlying value guiding the behavior. Learning outcomes in this area are concerned with behavior that is consistent and stable enough to make the value clearly identifiable.	3. Valuing – accept, adopt, approve, complete, choose, commit, describe, desire, differentiate, display, endorse, exhibit, explain, express, form, initiate, invite, join, justify, prefer, propose, read, report, sanction, select, share, study, work.
4. Organization – bringing together a complex of values, possible disparate values, resolving conflicts between them, and beginning to build an internally consistent value system. The individual sees how the value relates to those already held or to new ones that are coming to be held. The integration of values is less than harmonious; it is a kind of dynamic equilibrium that is dependent upon salient events at a specific point in time.	4. Organization – adapt, adhere, alter, arrange, categorize, classify, combine, compare, complete, defend, explain, establish, formulate, generalize, group, identify, integrate, modify, order, organize, prepare, rank, rate, relate, synthesise, systemize.
5. Characterization by a Value or Value Complex – internalization of values have a place in the individual's value hierarchy. The values have controlled one's behavior for a sufficiently long period of time to have developed a characteristic "life style." The behavior is pervasive, consistent, and predictable.	5. Characterization – act, advocate, behave, characterize, conform, continue, defend, devote, disclose, discriminate, display, encourage, endure, exemplify, function, incorporate, influence, justify, listen, maintain, modify, pattern, practice, preserve, perform, question, revise, retain, support, uphold, use.

This series of values has been well characterised in the references provided and so was chosen as a template from which the other features of affective learning were derived. The categories were:

- Use of diagrams
- Use of graphs
- Help seeking
- Using symbols and equations



- Confidence
- Commitment
- Group work
- Explaining

The criteria were designed to match the values criteria developed from the Krathwohl et al framework. They were chosen to reflect persistent features of learning, i.e. those features where it is likely that some progression would take place over the research period. We are aware that we have focused on these features in a way that is unusual in natural science learning, a novel aspect of this research.

As examples to show what we mean by each of these attributes, we give one example from level 3 in each case:

Attribute descriptors	
Confidence	I am integrating ... The elements of the theory seem to be consistent to me, and I can use them (usually correctly). I am still working out when to use different parts, and trying to work out how this fits into the other stuff I know (and the 'real world').
Commitment	Participating ... I review my notes in order to make sense of what we did, and will ask questions in order to clarify the ideas or processes in the notes. I need to know what these ideas are in order to understand the subject.
Explaining	I need to ... I know that explanations are a good way of making sense of my ideas. I try to give an explanation whenever possible but I find it quite difficult.
Use of diagrams	I can manipulate ... I know what most of the symbols and conventions are, and I think I am using them properly. My drawings are usually to scale.
Use of graphs	I need to be able to handle graphs ... I try to plot graphical data accurately in the most appropriate formats. I appreciate the differences between different formats and can make sensible choices.
Group work	I need to ... I do what needs to be done in order to achieve the task, even if that means helping to organise the team. I understand there are different roles in a team and we try to make sure everyone knows what their role is each time we operate as a team.
Seeking help	I need to ... I need to be able to do the tasks, and so I ask for help as often as I need to until I can do them. This means I usually ask questions in tutorials or by email rather than in sessions, because most of my questions are about basic skills.
Use of symbols	I need to ... I need to develop my understanding of the use of chemical equations and symbol formulae. I appreciate that they have value in explaining chemistry. When I find something I do not understand I use my textbook to try to find out what it means. I usually use chemical equations and symbol formulae in my notes and in answering questions.



Research questions

- 1) Can we construct a valid and reliable method for assessing feelings about knowing and values of learning of students in a natural science course?
- 2) What aspects of learning are persistent features from session to session that enable progress in higher level skills to be monitored?
- 3) How do self-assessments of feelings about knowing change during the course?

Methodology

We chose a sample of 110 students taking Introduction to Natural Science at the freshmen level at a university in Taiwan. This course is a topic oriented course for introducing environmental science and life science. It is a one-semester course and lasts for 18 weeks. We implemented this MAP project for the first six-week. During the six-week period of research time, students learnt life science related topics which included basic matters of life (week 1), the structure of cell and molecular science (week 2), the introduction to the research of cognitive science (week 3), cognitive psychology about higher-order thinking (week 4 and 5), and biotechnology and gene therapy (week 6). A total of 76 students provided the whole set of data, and the attrition rate was thus 31%. The project took place over 6 weeks. Students mapped their affect at the end of each weekly session.

In weeks two and six, students read two case studies referring to affect. The content of these case studies are provided in the appendix. Students had to assess the levels they would give to these two case studies as a method of testing for changes in self-assessment capability during the trial. We have also used a term examination as an indicator of the actual achievement of the students.

The data is extensive, comprising a possibility of 110 students making self-assessment of eight features on ten occasions, i.e. 8910 data points with the test results. If we simply chose those students who attended for the whole period, this would amount to 6156 data points. This paper will, therefore, only be indicative of the data collected.

Data and interpretation

Table 1 gives whole class data, i.e. means for the whole class for each of the ten assessment events.



TABLE 1. Means and standard deviations for the ten self-assessment events

	Use of diagrams	Use of graphs	Help seeking	Using symbols and equations	Confidence	Commitment	Group work	Explaining
Mean 1	2.7	2.9	3.4	2.6	2.8	2.9	3.5	3.2
STDEV 1	1.3	1.2	1.0	1.0	1.2	1.2	1.3	1.1
Mean 2	2.9	2.7	2.9	2.7	2.8	2.8	3.2	3.0
STDEV 2	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Mean 3	2.8	2.6	2.9	2.6	2.8	2.9	2.9	2.6
STDEV 3	1.2	1.1	1.0	1.0	0.9	0.8	1.2	1.0
Mean 4	3.3	3.0	3.2	3.1	3.4	3.2	3.2	3.4
STDEV 4	1.0	1.0	1.1	1.0	1.1	0.9	0.9	1.0
Mean 5	3.2	3.2	3.3	3.0	3.5	3.3	3.3	3.4
STDEV 5	1.2	1.1	1.1	1.2	1.1	1.0	1.2	1.2
Mean 6	3.2	3.0	3.3	3.1	3.4	3.1	3.2	3.2
STDEV 6	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.1	1.0
Mean Case 1.1	3.6	2.8	3.8	3.5	2.7	3.5	3.9	3.5
STDEV Case 1.1	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	1.3	1.4	1.2
Mean Case 2.1	2.3	2.3	2.3	2.5	2.7	2.2	1.8	2.8
STDEV Case 2.1	0.8	1.0	1.2	1.2	1.3	1.2	1.2	1.3
Mean Case 1.2	3.9	3.5	4.0	3.8	3.6	4.0	4.4	3.8
STDEV Case 1.2	1.3	1.2	1.3	1.1	1.1	1.3	1.2	1.2
Mean Case 2.2	2.8	2.8	2.6	2.8	2.9	2.5	2.5	3.1
STDEV Case 2.2	1.1	1.1	1.2	1.2	1.0	1.1	1.2	1.1
Tutor Case 1	4	2/3	2	5/6	2	5	6	2
Tutor Case 2	2	2	1	1	6	1	1	3

The first point to note about the case study comparisons is the large range within the data, as measured by standard deviation. Even after six personal self-assessments, the range has changed little. Whether this reflects the difficulties in making an objective assessment of these affective characteristics, or simply is an artefact of the method chosen is difficult to tell. Two areas of further research are proposed:

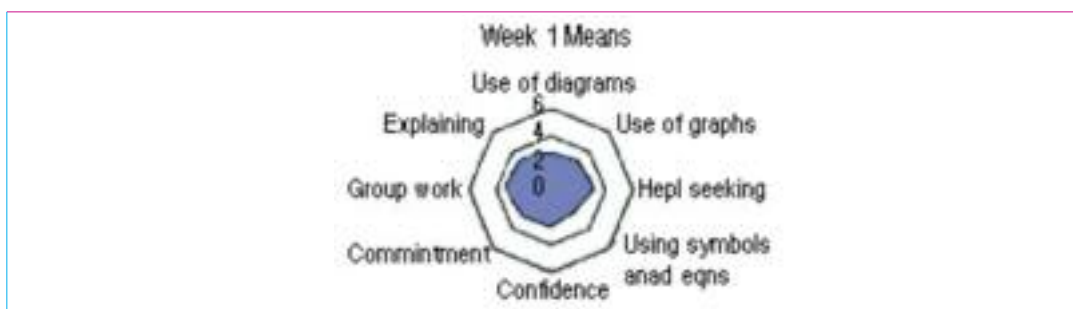
- 1) Investigate a range of statistically valid methods of establishing reliability of self-assessment.



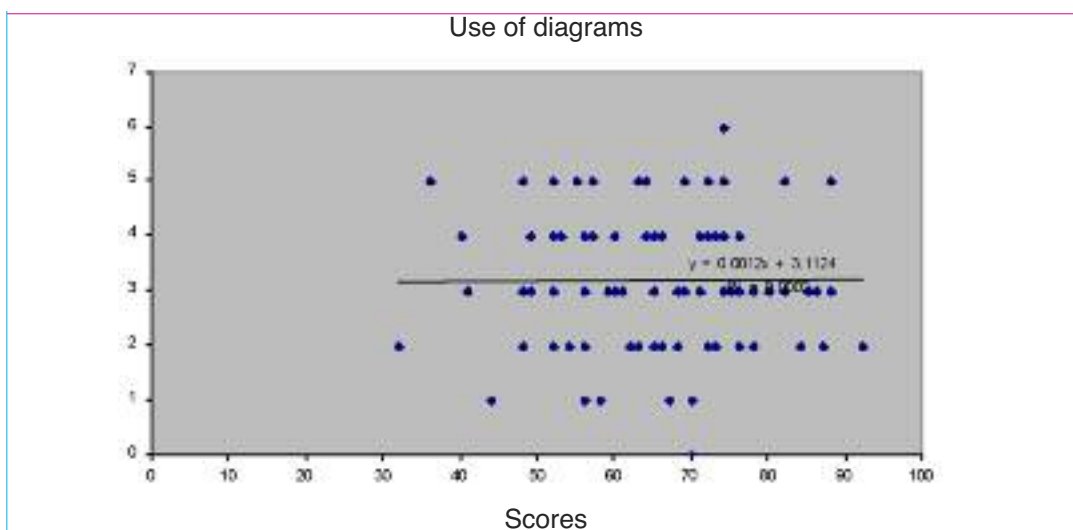
- 2) Investigate whether different training methods can promote reliability of self-assessment.

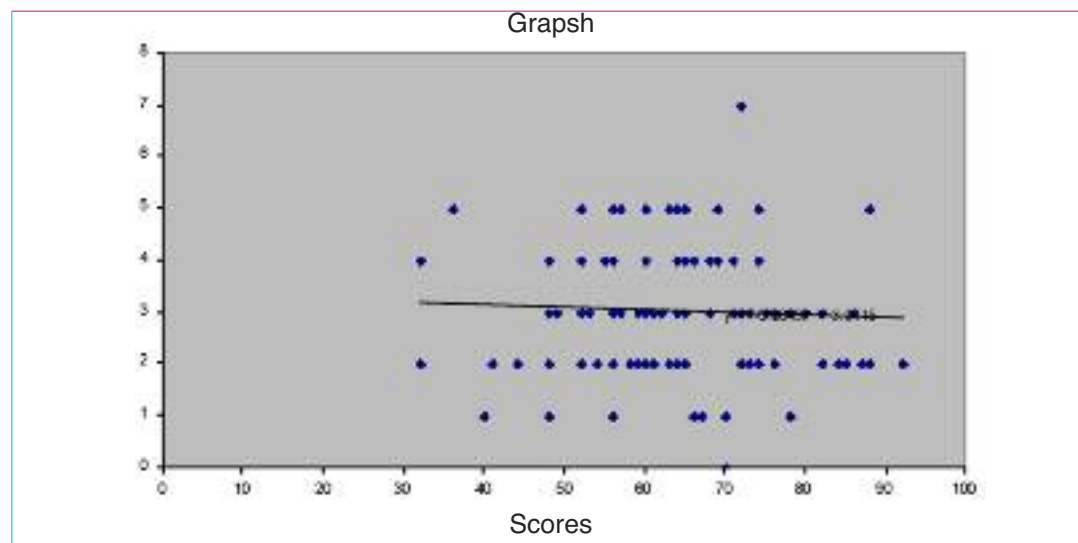
Change in whole group data over the six weeks

The two radar plots below compare means at the end and beginning of the six weeks.

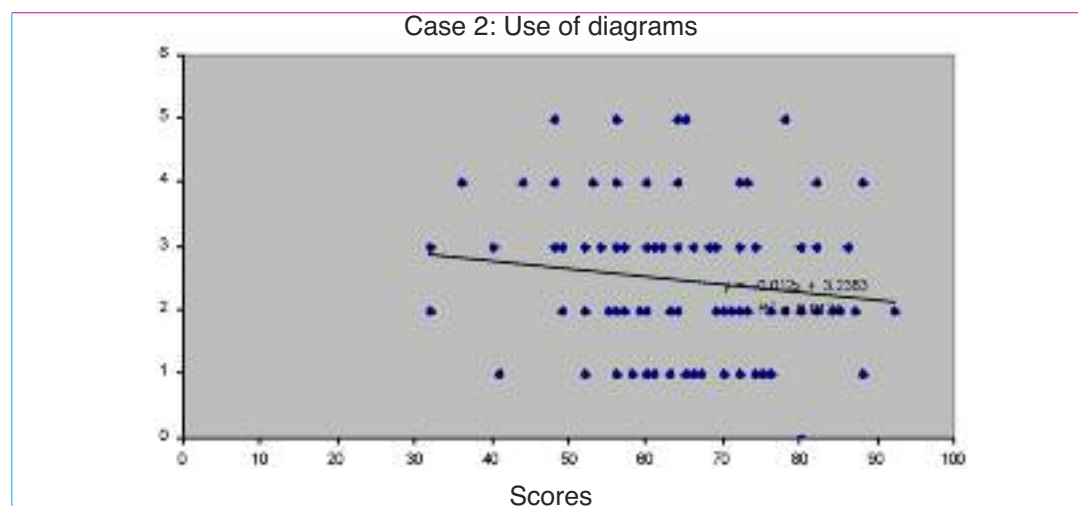
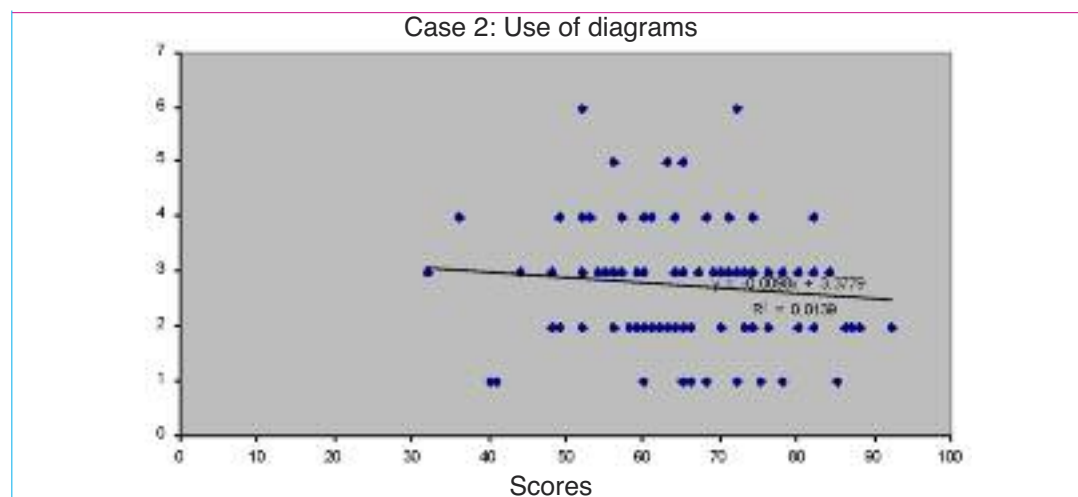


For example, the diagrams below show scatter graphs for some of the attributes against an external test score that was the end of topic test in that subject.





The graphs below show the scatter graphs for the second set of student evaluation of the case study against the student test score. The student evaluation of the case study was intended to standardise their capability against a hypothetical example, recorded as an interview.



Discussion

The scatter graphs demonstrate links between summative scores and group work, seeking help and use of symbols, all negative, i.e. the better the student scores in the termexam, the lower they are likely to score themselves in these areas. We believe the reason was that higher-achievement students did not need to seek for help and they could usually use self-directed learning. However, the small correlations should be noted, and the absence of significant correlations in other areas. At least part of the explanation for this is the trend for lower achieving students to grade higher, as noted on the case study scatter graphs. We note that there is a wide range of values attributed to the case studies. We interpret this as suggesting that, despite the careful language used in the attribute descriptors, and despite the use of a well-established framework, it seems that these students find it very difficult to make valid and reliable self-judgments of affect related to their own learning. Two areas where there is some correlation in group work and in seeking help. These are areas of affect that have clear and tangible outcomes in working routine. It may be that the students find these two areas easier to self-assess. The use of symbols is another area where there is some (negative) correlation between self-assessment and achievement score. Perhaps, in natural science, this is also a more obvious area and so is relatively easy to self-assess.

- 1) We believe the effect of using MAP will be highly correlated with the style of instruction. Perhaps it will be more useful in its present form for inquiry activities or project oriented courses.
- 2) We also found the attribute descriptors were difficult to clarify for students in such short accessing period with substantial quantities of text to remember. Simplification of each element of the descriptors may make the process of identifying the affect level much easier.

Impact in the classroom

We have attempted to create a framework of self-assessment of affective aspects of learning. Our data suggests that the students in this survey found this very difficult over a six-week period, that the variation between students making similar assessments was considerable. This throws some doubt on the present trend to make students more independent in their learning, and to give them more control over their own learning. It seems that they lack some capability in discerning their own learning. It is likely, therefore, that they will make some misjudgements in deciding where to apply their effort in learning better. We question whether students will be able to take such control over their own learning

This implies that students will continue to rely on their teachers for guidance in continuing learning. However, we do not know whether their teachers are much better at judging learning and this should be explored.



Further research

We needed to find ways of finding out how reliable self-assessment of affective characteristics is. Perhaps, more intensive training in self-assessment is required.

In future stages of the project we intend to explore other questions related to use of the data such as:

- 1) What might be the effect of displaying the data in different graphical forms or in a different order?
- 2) How might the teacher use the class data to modify teaching?

What reflections might the learners have on their learning through the graph interpretation, and how might these interpretations lead to changes in learning?

It may be that encouraging students to reflect on the data they produce improves reliability.

References

Bandura, A. 1991. Self-regulation of motivation through anticipatory and self reactive mechanisms. In R. A. Dienstbier (Ed.), *Perspectives on motivation*. Nebraska Symposium on Motivation. Lincoln University of Nebraska Press.

Bandura, A. 1997. *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: W. H. Freeman.

Cao L & Nietfield JL Judgment of learning, monitoring accuracy, and student performance in the classroom context *Current Issues in Education* 8(4). 2005. Accessed on 26.8.05 from <http://cie.asu.edu/vume8/number4>.

Gunstone RF and Mitchell IJ. 1998. Metacognition and conceptual change in Mintzes Jr J, Wandersee JH and Novak JD (Eds). 1998. *Teaching for understanding. A human constructivist view*. Academic Press, New York. 133–165.

Gunstone RF and Northfield J. 1994. Metacognition and learning to teach. *International Journal of Science Education* 16(5). 523–537.

Gunstone R and White R. 1992. *Probing understanding* Falmer Press, London.

Krathwohl, D., Bloom, B., & Masia, B. 1956. *Taxonomy of educational objectives. Handbook II: Affective domain*. David McKay, New York.

MAP4 Science Case Studies

These are in the form of interview conversations that were recorded and transcribed.

Case Study 1

I enjoy attending the sessions. I have been very stimulated by the discussions, especially the ones on subject knowledge content and why it is important to have a good grasp of science before each class. After each class, I reflect on what I have learned and make a note of topics I should read in text books. I work with a very thoughtful group of students. It is one of the major aspects I look forward to in the university sessions. The other students usually make very pertinent contributions and I learn a great deal from them. In fact, I would prefer to work for even more of the time in groups if I could and I usually say something like: "Let's do this together", as I feel that I learn more then.



I am pretty much a pictorial person. I think I learn best with pictures and I have a good sense of how to interpret them. There seems to be standard ways for drawing diagrams and I have got to grips with them so that they are pretty normal now ... quite natural. In fact, I use them as one of the methods for trying to explain to the other students and while in class. I would much rather have properly labelled diagrams than a little essay to say what is going on. Having said that, I believe that there is a place for other sorts of explanations since some of the other students in the group don't use diagrams as much – some don't seem to get them at all. Although I use diagrams a lot, I can also use mathematical explanations and ordinary writing when needed. I cannot really get on with graphs, though. I am OK with the simple ones but radar graphs I find confusing. Fortunately, there is usually someone else to explain these if you need to know.

I am a little shaky on linking some of the ideas that we have met recently. I can see it when the tutor or one of my friends does it for me but I don't seem to be able to do it for myself as much as I would like. I think a better knowledge of the links between ideas would help me to understand the practical work better, too.

I think chemical equations and symbol formulae are very important ways of representing chemical change. I try to incorporate these formats in every piece of work that I produce. In my own private learning, I tend to use these formats in bullet points as a way of summarising what is going on.

Case Study 2

Chemistry is mostly about the labwork and the theory is much less interesting. I do like meeting my friends in classes but the lectures are often too long. Sometimes, it would be better if we just signed in and used the time to work on my own. This is what I have always done. We are all individuals with a different way of looking at things and I have my own way. Sometimes, I find it too confusing to take on board the ideas of others in a group.

I can appreciate some of the diagrams in my own area, although I prefer to write notes in my own words. I find diagrams that are very abstract tough, especially as I am not sure what all the bits are supposed to represent. Now Matt [not his real name] – he usually sits at the same table as me – he just loves diagrams, but he doesn't write very good notes. The diagrams are just not really my scene. I think I explain things quite well but I get frustrated when I have to explain to those who are too lazy even to learn the basic stuff. Mind you, having said that, I cannot really understand why some find my subject hard at all.

My tutor obviously feels that the classes are very valuable. I can answer many of the questions in the classes and anyway, the material we cover in them is not so important when it comes to learning chemistry. The textbook is all that I really need.

I need to pass this course so that I can move on to my other work. A lot of it is common sense at best anyway.



Osio I

Perusopetuksen vuosiluokat 1–9 Uusia lähestymistapoja kemian opetukseen perusopetuksessa



Vuosiluokilla 5–6 opiskellaan kemiaa

Kirsi Agge
Myllypuron ala-aste, Helsinki

Uusien opetussuunnitelman perusteiden myötä perusopetuksen 5. ja 6. luokkien luonnontieteiden opetus muuttui selvästi – se eriytyi useaksi oppiaineeksi. Myös luonnontieteiden oppimisen lähtökohta on muuttunut. Nyt painotetaan entistä enemmän oppilaan omaa tutkivaa ja kokeellista toimintaa. Vuosiluokkien 1–6 kemiantunnilla ryhmään kuuluu jopa yli kolmekymmentä oppilasta. Harvoissa vuosiluokkien 1–6 kouluissa on erityinen luokka kemian opetusta varten ja kokeellisetkin työt on toteutettava ahtaissa tiloissa. Välineistökin saattaa vielä olla puutteellista. Opetus toteutetaan usein yksittäisinä tunteina, joiden aikana voi olla selvitettävänä monta edelliseen välituntiinkin liittyvää asiaa. On kuitenkin löydetty toteutusmalleja, joilla oppimistilanteita voidaan helpottaa. Tiedän kouluja, joissa kemiaa opiskelevat luokat sijaitsevat vierekkäin ja niiden kemiantunnit ovat samaan aikaan. Opettajat pääsevät yhteistyössä suunnittelemaan ja toteuttamaan tunnit ja luokkien edessä oleva käytätilakin on helpompi ottaa opetuskäyttöön. Kemian opetuksessakin kannattaa kehittää ja lisätä yhteistyötä lähekkäin sijaitsevien vuosiluokkien 1–6 ja 7–9 koulujen välillä. Vuosiluokkien 7–9 kemianluokan ”lainaaminen” on samalla näille alaasteelta pian siirtyville oppilaille mitä parasta totuttelua vuosiluokkien 7–9 ympäristöön. Oppimateriaali on keskeisessä asemassa varsinkin silloin, kun opettaja tuntee kemian opetuksen todella suureksi haasteeksi. Selkeät tutkimukset, joiden toteuttaminen on mahdollista tavallisissa luokissa ja arkisin välinein, rohkaisevat niin opettajia kuin oppilaita kokeilemaan ja tekemään tiedettä. Viidensien ja kuudensien luokkien kemian opetus kehittää parhaillaan toimintamallejaan. Tarvitaankin tilaisuuksia jakaa kokemuksia ja hyväksi havaittuja käytäntöjä.

Avainsanoja:

kemian opetus, perusopetus, opetussuunnitelma, kokeellisuus, tutkiminen, yhteistyö

Johdanto

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden uusiutuessa vuonna 2004 viidensien ja kuudensien luokkien luonnontieteiden opetus muuttui selvästi – se eriytyi useaksi oppiaineeksi. Kouluissa siirryttiin noudattamaan uusia ohjeita, kun ne oli ensin sisällytetty kunnallisten tai koulukohtaisten opetussuunnitelmien ytimiin. Tässä omien opetussuunnitelmien kirjoitusprosessissa uudet linjaukset tulivat tutuiksi, mutta miten ne alkoivat toimia käytännössä? Mitä vaikutuksia uusilla opetussuunnitelmilla on ollut luonnontieteellisten aineiden, erityisesti kemian opetukselle vuosiluokilla 5–6?

Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet 1994

Aiemmat opetussuunnitelman perusteet olivat vuodelta 1994. Niissä ympäristö- ja luonnontieto oli yhtenäisenä oppiaineena koko vuosiluokkien 1–6 ajan. Luonno tieteelliset aineet, biologia, maantieto, fysiikka ja kemia oli integroitu toisiinsa, ainakin oppimateriaaleissa ne esiintyivät samoissa kirjoissa ja yhteisellä nimellä, ympäristö- ja luonnontieto. Opetettavaa oli silloinkin paljon ja opetuksen arjessa tapahtui ehkä



valintaa aineiden sisältöjen kesken. Uskalias arvaukseni on, että jos tällaista valintaa tapahtui, se suhteellisen harvoin suosi kemian sisältöjä ja kokeellisia tutkimuksia. Kemian ja fysiikan opetukseen liittyen vuoden 1994 opetussuunnitelman perusteissa oli nähty aiheelliseksi antaa erikseen kehoitus huolehtia siitä, että työtökin saavat tietoa kemian ja fysiikan alaan liittyvistä ilmiöistä.

Vuoden 1994 opetussuunnitelman perusteissa oli ympäristö- ja luonnontiedon taitoja havainnollistava kuvio: kukka, jossa opetuksen sisällöt oli kuvattu suurina lehtinä. Mullan alla, sipulina oli ajattelu ja sipulin hentoja juurina ja hyvin pienellä tekstillä nimettyinä olivat elämykset, havainnot, kysyminen, tunnistaminen, mittaukset, luokittelu, kokeileminen, tutkiminen.

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2004

Nykyisin voimassa olevissa, vuoden 2004 perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa ympäristö- ja luonnontieto jakaantuu perusopetuksen viidenneltä luokalta alkaen viiteen aineeseen: biologia, maantieto, fysiikka, kemia ja terveystieto. Niin luonnontieteiden kuin muidenkin aineiden opetuksessa painotetaan oppilaan omaa, aktiivista roolia, ajattelua ja toimintaa. Luonnontieteiden opetukselle asetetaan enimmäispainokkaammin vaatimus kokeellisuuteen ja toiminnallisuuteen. Jos luonnontieteiden opetusta nyt havainnollistettaisiin kukan muotoon, tämä kokeellisuuden vaatimus näkyisi varmaanmuuttuneena kuviona. Nyt oppilaan omaa, aktiivista toimintaa kuvaavat sanat, elämykset, havainnot, kysyminen, tunnistaminen, mittaukset, luokittelu, kokeileminen, tutkiminen, olisi varmasti kirjoitettu suurimmilla kirjaimilla ja reheviin lehtiin – niin keskeiselle sijalle ne on nyt asetettu. Sisällöt, lainkaan tärkeyttäänmenettämättä, ovatkin nyt ikään kuin välineinä luonnontieteellisen ajattelun kehittymiselle. Luonnontieteitä ei voimassa olevien opetussuunnitelman perusteidenmukaan voi opettaa järjestämättä oppilaille mahdollisuuksia tutkimuksiin ja kokeelliseen toimintaan.

Arjen realiteetteja

Tunteja on niukasti

Kemian ja fysiikan opetukseen yhteisesti on käytössä yksi vuosiviikkotunti. Miten tämä tunti olisi järkevää sijoittaa lukujärjestykseen? Tietynlaista jatkuvuutta saadaan sillä, että opetusta on tunti viikossa, mutta siitä voi seurata kiirettä opetustilanteisiin ja opitun hajanaisuutta. Yhdessä tunnissa voi olla vaikeaa käsitellä perusteellisesti tunnin aihetta, toteuttaa tutkimuksia asianmukaisesti sekä pohtia ja raportoida tuloksia – varsinkin, kun tunnin aluksi voi olla selvitettävänä monta edelliseen väli-tuntiinkin liittyvää asiaa.

Tuntien sijoittaminen kaksoistunneiksi tuo opetukseen periodimaisuutta. Kaksoistunneilla on mahdollista keskittyä paremmin tutkimusten tekoon ja tulosten tarkasteluun. Oppikirjat on kuitenkin usein jaettu yhden tunnin kokonaisuuksiksi, joten kaksoistunnilla tulisi käydä läpi kahden kokonaisuuden asiat, joiden yhdistäminen vaatii opettajalta aikaa ja aineenhallintaa.

Olivatpa tunnint lukujärjestyksissä sitten yksittäisinä tai kaksoistunteina, ne tulisi sijoittaa niin, että opettajalla olisi aikaa valmistella opetusta ja niin, että tunnilla tar-



vittavat välineet ovat saatavilla eivätkä jonkun toisen luokan käytössä – samoja välineitähän käytetään myös vuosiluokkien 1–4 ympäristö- ja luonnontieteen tunneilla.

Sisällöt laajoja ja tavoitteita paljon

Arjen realiteetteja on myös se, että sisällöt ovat laajoja ja tavoitteita on paljon. Meisalon ja Lavosen (1994) mukaan luonnontieteiden opetuksessa tavoitteita ovat ajattelu- ja päättelytaidot, kokeellisen työskentelyn taidot, ihmissuhdetaidot sekä itsenäisen persoonallisuuden taidot – ja jokainen taito jakautuu edelleen osataidoiksi. Opettaja joutuu tekemään valintoja opetettavien aiheiden järjestyksen, laajuuden ja painotusten suhteen ja toisaalta varmistamaan kaikkien tavoitteiden mahdollisimman onnistuneen saavuttamisen. Tämä vaatii opettajalta asiantuntemusta ja kemian oppiaineen hallintaa. Kouluissa voi lisäksi olla kaikille yhteisiä, erilaisia teemajaksoja, tapahtumia tai juhlia joiden mukaan kaikkea opetusta tulisi järjestää.

Oppimateriaalit ovat uusia ja laajoja

Oppimateriaali on keskeisessä asemassa varsinkin silloin, kun opettaja tuntee kemian opetuksen todella suureksi haasteeksi. Kustantajat ovat tuottaneet markkinoille uusiamateriaaleja suhteellisen nopeassa aikataulussa. Materiaaleja valitsevilla opettajilla ei tietenkään ole kokemuksia uusista kirjoista; käytäntö saa näyttää, mitkä materiaalit ovat sopivimpia. Oppikirjoissa on erilaisia painotuksia, aiheet on esitetty eri tavoin ja eri järjestyksissä, mutta yhteistä oppikirjoille näyttää olevan laajuus – tuntuu kuin mitään ei olisi uskallettu jättää pois ja tehdä valintoja keskeisimpien asioiden hyväksi. Tekstiä ja asiaa on niin paljon, että opettaja joutuu itse valitsemaan tärkeimmiksi katsomansa asiat. Pahimmillaan voi syntyä vaikutelma, että asiaa on niin paljon opittavana, että kokeelliseen työskentelyyn ei jää aikaa! Kokeellisuus ja oppilaan oma toiminta tutkijana ovat kuitenkin ohittamattomat vaatimukset opetukselle. Niinpä ihanteellisessa oppimateriaalissa ytimenä ovat selkeät tutkimukset, joiden toteuttaminen onmahdollista tavallisissa luokissa ja arkisin välinein. Tällainen lähestyminen rohkaisee niin opettajia kuin oppilaita kokeilemaan ja tekemään tiedettä.

Tilat ovat ahtaita ja ryhmät suuria

Vain harvassa vuosiluokkien 1–6 koulussa on luonnontietoluokka. Kemian tunnit tutkimuksineen suoritetaan tavallisissa luokissa, jotka usein ovat ahtaita jo luentotyyppiseen opiskeluunkin. Kaikissa opetustiloissa ei ole edes vesipistettä, joka toki on kemiaa opettaessa vähimmäisvaatimus. On selvää, että kokeellisuuteen ja oppilaiden omaan toimintaan perustuvaa opetusta on vaikea suunnitella ja toteuttaa tällaisissa tiloissa. Oikeiden työskentelytapojen ja työturvallisuuden oppiminen voi myös olla hankalaa, niin oleelliseksi kuin ne ahtaissa luokissa muodostuvatkin.

Luokkien ahtaus on seurausta suurista, jopa yli kolmenkymmenen oppilaan ryhmistä. Vaatii taitoa, luovuutta, hyviä hermoja ja järjestelykykyä toteuttaa kemiantunti tällaisissa olosuhteissa. Koska opetuksen ja oppimisen tavoitteet ovat moninaiset, oppilaiden arvioimiseen ei riitä paperilla tehtyjen kokeiden tulokset, vaan oppilaiden työskentelyä on arvioitava monipuolisesti. Tämä on hyvin vaativaa, kun jo suuren ryhmän hallinta voi olla suuri haaste.



Mistä välineet tunnille?

Suurista ryhmistä seuraa myös se, että tutkimusvälineitä ei aina riitä kaikille. Välineet ovat yleensä yhteisvarastossa, josta niitä voi hakea tarvittaessa. Opettajan on haettava välineet välitunnin aikana ja järjestää luokkaan olosuhteet tutkimukselle. Aikamoinen urakka ja hankaluuksiakin saattaa ilmetä: Entäpä, jos jokin muu luokka tarvitsee samoja välineitä samaan aikaan tai osa välineistä on jostain syystä kadonnut tai unohtunut jonnekin? Aika harvassa koulussa on kemian opetusta varten riittävä ja kattava välineistö – ja vaikka lasiset lastenruokapurkit ovat monikäyttöisiä ja sopivat kierrätyksen henkeen, olisi suotavaa, että oikeitakin laborointivälineitä saataisiin myös viidensien ja kuudensien luokkien kemian opetuksen käyttöön.

Ideoita arjen ongelmiin

Kemia tutkimuksineen on tullut jäädäkseen viidensille ja kuudensille luokille. Opetuksen olosuhteet eivät muutu hetkessä, joka kouluun ei asianmukaisesti varustettuja kemianluokkia saada. Luokanopettajilla on uusi haaste vastattavanaan. Luokanopettajat ovat korkeakoulututkinnon suorittaneita ja taatusti sisälukutaitoisia, joten he varmasti pystyvät hankkimaan tietoa kemiasta ja sen opettamisesta omin toimin sen lisäksi, että koulutusta on viime vuosina järjestetty melko paljon. Kysymyksiä kuitenkin nousee ja epävarmuutta ilmenee. Vertaisinkin luokanopettajaa moniottelijaan, joka saa uuden haasteen vielä yhden lajin eriytyessä hyvin harjoitelluista vanhoista lajeista Uuteen onnistumiseen ja suoritusvarmuuteen tarvitaan harjaantumista, aikaa ja ennen kaikkea resursseja. Miten kemian opetuksen tuomaan uuteen haasteeseen voidaan vastata?

Pieniä järjestelyjä

Pieniä askeleita ovat esimerkiksi omien välineiden hankkiminen joka luokkaan ja yhteisten työsalkkujen kokoaminen. Jokaisessa luokassa voisi olla lastenruokapurkkeja, halpojamuovipipettejä, suppilo, lämpömittari ym. perusvälineistöä. Näin luokan omien välineiden käyttäminen tulisi sujuvaksi ja yhteisestä varastosta olisi vähemmän haettavaa. Jos yhteiset välineet vielä olisi koottu sopiviksi työsalkuiksi, välineistön hankinta tunnille olisi entistä helpompaa ja vaikkapa luokan järjestäjät voisivat hoitaa salkun toimittamisen luokkaan.

Luokkien ahtautta voisi helpottaa käyttämällä käytävätilaa esimerkiksi pysäkki-työskentelyn yhteydessä hiljaisen työskentelyn toimintapisteinä tai työraporttien kirjoittamiseen. Näin tutkimusvaiheen toiminnalle ja heurekakokemuksille jäisi enemmän tilaa luokkahuoneessa. Jos rinnakkaisluokat on fyysisesti sijoitettu vierekkäin ja kemiantunnitkin samaan ajankohtaan, voisi kahta luokkaa ja niiden välistä käytävätilaa käyttää entistä tehokkaammin hyväksi. Samalla opettajat pääsisivät tekemään yhteistyötä.

Yhteistyö kannattaa

Yhteistyötä on syytä suunnitella ja toteuttaa muutenkin kemian opetukseen liittyen. Jos rinnakkaisluokkien opettajat tai jopa kaikki koulussa kemiaa opettavat opettajat suunnittelisivat yhdessä opetustaan, tilojen ja välineiden käyttö tulisi entistä selkeämmäksi, yksittäisen opettajan paineet vähenisivät ja oppilaiden hyväksi saataisiin



käyttöön monen pedagogin asiantuntemus ja yhdistetty tieto kemiasta. Voi vain kuvitella, mitä kaikkea hyödyllistä opettajat voisivat yhdessä keksiä.

Olisi ihanteellista, jos yhteistyötä tehtäisiin myös vuosiluokkien 7–9 kemianopettajien kanssa. Näin oppimisen jatkumoa olisi helpompi suunnitella ja päästä vaikka oikeaan kemianluokkaan tunteja pitämään. Vuosiluokkien 7–9 kemianluokan ”lainaaminen” olisi samalla näille vuosiluokilta 1–6 pian siirtyville oppilaillemitä parasta totuttelua vuosiluokkien 7–9 ympäristöön.

Kouluista kannattaa katsoa kauemmaksikin, yhteistyökumppaneita voi löytyä yllättävistäkin suunnista, esimerkiksi oppilaiden vanhempien työpaikoista tai paikallisista yrityksistä.

Eri aineiden integrointi

Oppituntien niukkuuden, laajojen sisältöjen ja tavoitteiden moninaisuuden yhteensovittamisessa apuna voisivat olla eri oppiaineiden integrointi esimerkiksi pitkäjänteisen projektityöskentelyn yhteydessä. Kemiaan liittyviä kertomuksia, uskomuksia ja jokapäiväisen arjen kemiallisia ilmiöitä voi myös hyvin käsitellä muiden aineiden oppitunneilla samoin, kuin esimerkiksi historiallisilla kertomuksilla voi motivoida oppimista kemiantunneilla.

Aika ja keskustelu antavat vastauksia moneen kysymykseen

Viidensien ja kuudensien luokkien kemian opetus kehittää parhaillaan toimintamallejaan. Miten opetussuunnitelman perusteiden hyvän osaamisen kuvaukset lopulta toteutuvat suurten opetusryhmien erilaisten oppilaiden opiskellessa kemiaa? Ja miten hyvän osaamisen kuvausten mukaisesti ja parempiinkin tuloksiin päästään? Mikä on keskeistä, mitkä taidot oppilaalla tulisi olla vuosiluokille 7–9 siirtyessään? Ja ennen kaikkea, miten kemian opetuksen avulla autetaan oppilaita kehittymään aktiivisiksi luonnontutkijoiksi? Näiden asioiden selvittämiseen ja kemian opetuksen kehittämiseen tarvitaan tilaisuuksia jakaa kokemuksia ja hyväksi havaittuja käytäntöjä.

Lähteet

Meisalo, V., & Lavonen, J. 1994. Fysiikka ja kemia opetussuunnitelmassa. Opetushallitus. Edita. Helsinki.

Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet 1994. Opetushallitus. Edita Prima Oy. Helsinki.

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2004. Opetushallitus. Edita Prima Oy. Helsinki.



Toteutusmalleja vuosiluokkien 7–9 opetukseen – Ympäristökemiaa

Peltolan koulussa
FM Terhi Ahonen
Peltolan koulu, Vantaa

Uusi opetussuunnitelma toi vuosiluokkien 7–9 kemian ja fysiikan opetukseen yhden yhteisen lisätunnin. Peltolan koululla mietittiin vanhan opetussuunnitelman ongelmakohtia, miten kemian opetusta voitaisiin parantaa. Aikaisemmin kemiaa oli opetettu vain 7. ja 8. vuosiluokalla. Oppilaille tuli pitkä tauko kemian opinnoissa ennen jatko-opintoja. Esille nousi myös kysymys, ovatko oppilaiden abstraktin ajattelun taidot vielä 8. vuosiluokan oppilailla kehittyneet niin, että he ymmärtävät atomien rakenteen merkityksen kemiallisissa reaktioissa. Oppilaat ja opettajat olivat kokeneet fysiikan ja kemian kurssit kiireisiksi. Usein kurssin lopussa käytiin asiat pikaisesti läpi ja kiristettiin juuri ympäristönäkökulmasta. Ympäristöasiat ovat ajankohtaisia ja yhteisiä niin kemialle kuin fysiikalle. Aikaisempien kurssien sisällöistä poimittiin ympäristöön liittyvät kokonaisuudet. Näitä ovat muun muassa ilma ja vesi, lämpö ja radioaktiivisuus. Uuden kurssin nimeksi annettiin Ympäristökemia ja -fysiikka. Ympäristökurssilla halutaan painottaa luonnontieteiden ja koulun muitakin kuin tiedollisia kasvatustavoitteita. Tällöin tarvitaan aikaa myös omalle pohdinnalle, keskusteluille ja tuotoksille. Kurssilla voi erityisen hyvin toteuttaa aihekokonaisuuksia. Kurssilla painotetaan, että jokainen pienikin teko auttaa ympäristönsuojelussa. Se luo positiivista asennetta, vaikka kurssilla käsitelläänkin pääasiassa ympäristön ongelmia.

Avainsanat:

Ympäristökemia, kemian opetussuunnitelma, yläkoulun kemian opetus

Miten lisätunti voi parantaa kemian opetusta?

Uuden perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden myötä tuli yläluokille yksi kemian- ja fysiikan oppitunti lisää. Opetussuunnitelmaan ei kuitenkaan tullut lisää sisältöjä. Peltolan koululla mietittiin vanhan opetussuunnitelman ongelmakohtia, miten lisätunnin avulla kemian opetusta voitaisiin parantaa.

Aikaisemman Peltolan koulun opetussuunnitelman mukaan opetettiin kemiaa vain seitsemännellä ja kahdeksannella luokalla. Seitsemännellä luokalla kemiaa oli yksi kurssi ja kahdeksannella luokalla kemiaa opiskeltiin kahden kurssin verran. Seitsemännen luokan kemian opiskelu keskittyi tutkimisen taitoihin, erotusmenetelmiin ja aineen rakenteen opetteluun. Kahdeksannella luokalla aloitettiin kemian opiskelu jaksollisesta järjestelmästä ja atomin rakenteesta. Viimeisenä kurssina kahdeksannella luokalla opiskeltiin orgaanista kemiaa. Kemian opiskeluun tuli pitkä tauko ennen jatko-opintoja, koska yhdeksännellä luokalla ei kemiaa enää ollut.

Vanhan opetussuunnitelman mukaisesti opiskelleet oppilaat kokivat usein jaksollisen järjestelmän ja atomin rakenteen opiskelun vaikeaksi. Hyppäys seitsemännen luokan kurssinmakrotason havainnoista suoraan kahdeksannen luokan kurssin mikrotason atomeihin ja ioneihin oli valtava! Uutta opetussuunnitelmaa pohdittaessa



esille nousimyös kysymys, ovatko kahdeksaluokkalaisen abstraktin ajattelun taidot jo niin kehittyneet, että he ymmärtävät atomin rakenteen merkityksen kemiallisissa reaktioissa.

Vanhan opetussuunnitelman ongelmakodaksi listattiin myös aikapula. Sekä oppilaat, että opettajat olivat myös kokeneet sekä kemian- että fysiikan kurssit kiireiksi. Kurssin lopulla tahtia kiristettiin, usein ympäristönäkökulmasta tinkien. Kiireen vuoksi kurssien viimeiset asiat käytiin vain pikaisesti läpi ja syvällinen käsittelejä jäi puuttumaan.

Ympäristökemiaa ja -fysiikkaa

Lisätunnin suomanmahdollisuudenmyötä yläkouluun haluttiin luoda kurssi, joka ei toisi lisää tiedollista ainesta, vaan jossa entistä aineistoa voitaisiin syventää. Kemian kurssien järjestystä muutettiin myös siten, että atomin rakenteen ja jaksollisen järjestelmän opiskelu toteutetaan vasta yhdeksännellä luokalla. Tällöin kahdeksannelle luokalle jää orgaanisen kemian kurssi sekä uusi kemian ja fysiikan yhteiskurssi.

Kemialle ja fysiikalle molemmille yhteistä ovat ympäristöasiat (kuten myös monille muille oppiaineille). Uutta kurssia suunniteltaessa käytiin läpi kaikkien kurssien sisällöt. Näistä listattiin kokonaisuudet, jotka voidaan liittää ympäristöön. Kursin nimeksi annettiin Ympäristökemia ja -fysiikka.

Kemian- ja fysiikan ympäristökurssi opetetaan kaikille Peltolan koulun kahdeksaluokkalaisille. Kurssin pääaiheet ovat ilman, veden ja maaperän ympäristöongelmat, kierrätys, radioaktiiviset aineet, lämpö ja energialähteet. Monet kurssin aiheista integroituvat biologian opetukseen.

Ensimmäisenä vuonna kurssia opettivat vain muutamat kemian- ja fysiikan aineenopettajat. Näin kurssia ja sen sisältöjä pystyttiin testaamaan käytännössä ja kehittämään edelleen. Ensimmäinen jakso, jossa kurssia opetettiin, oli työläs. Kaikki kurssilla tarvittava materiaali tuli hankkia eri lähteistä, mitään valmista ympäristökemian- ja fysiikan oppikirjaa ei ollut saatavilla. Kurssin oppikirjana käytettiin Lumo-käsikirjaa. Tämä oli toimiva ratkaisu, sillä samassa kirjassa on koko yläkoulun sekä kemian että fysiikan sisällöt. Toinen opetuskierrös sujuikin jo paremmin. Kurssille oli muodostunut toimiva runko ja käytössä oli enemmän materiaalia.



TAULUKKO. Perusopetuksen luokkien 7–9 toteutusmalleja

Oppitunti (90 min)	Esimerkki ympäristökurssin sisällöstä oppitunneittain
1	Kurssin sisältö, tavoitteet ja arviointi Aineiden ominaisuuksia <i>Kertausta: olomuodot, alkuaineet, seokset, vaaralliset aineet, puhtaat aineet, yhdisteet, metallit ja tiheys</i>
2	Muuttuja ja fotosynteesi <i>Annetaan oppilaille tehtäväksi suunnitella kasvin kasvututkimus</i>
3	Ilman ominaisuuksia <i>Mitä tarkoitetaan ilman laadulla?</i>
4	Otsoni
5	Ilmastonmuutos ja palamisen merkitys sen voimistajana
6	Veden ominaisuuksia <i>Pintajännitys, kapillaari-ilmiö, lämpötilan merkitys tiheyteen</i>
7	Veden laatu <i>Juomaveden ja jäteveden puhdistus</i>
8	Vesistöjen happamoituminen
9	Maaperän happamoituminen
10	Ympäristömyrkyt <i>Raskasmetallit, torjunta-aineet ja lääkkeet</i>
11	Tuotteiden elinkaari <i>Kierrätys ja kompostointi</i>
12	Radioaktiivisuus
13	Radioaktiivisuus
14	Lämmön siirtymistavat
15	Lämpöenergia olomuotojen muutoksissa, lämpötila
16	Lämpölaajeneminen
17	Ympäristöväittely <i>Energian käyttö / säästäminen</i>

Ympäristökurssin arvioinnista

Ympäristökurssilla halutaan painottaa tiedollisten tavoitteiden lisäksi muitakin luonnontieteiden ja koulun kasvatustavoitteita. Nykyään uskotaan, että oppiminen tapahtuu asioiden sisäistämisen kautta. Jotta oppilaalla olisi mahdollisuus ymmärtää ja sisäistää usein monimutkaisiakin kemian ja fysiikan asioita, tarvitaan aikaa pohdinnalle, keskusteluille ja omille tuotoksille. Ympäristökurssi on tarjonnut loistavan pohjan oman ajattelun kehittämiseksi. Myös kurssin arvioinnissa halutaan ottaa huomioon nämä taidot.

Kurssia ei arvioida perinteisesti kokeen avulla. Arviointi koostuu pääasiassa neljästä osasta. Oppilaat tekevät kasvin kasvututkimuksen, jossa opetellaan pienimuotoisesti tutkimuksen tekoa, muuttujan valintaa, koejärjestelyn asettelua, raportointia ja johtopäätösten tekemistä. Toisena työnä oppilaat kirjoittavat esseen jostain kurs-



sin aiheesta. Esseet toimivat ääneen luettuina myös alustuksina oppitunneille, samalla opetellaan myös oikeaoppista esseen tekemistä. Kolmas arvioitava asia on kotikoe, missä on muun muassa laskuja lämmöstä. Lopulliseen kurssiarviointiin vaikuttaa paljon myös oppilaan vihkotyöskentely, kotitehtävät ja esimerkiksi kotitehtävinä laadittujen käsitekarttojen syvällisyys. Usein juuri oppilaiden vihot ovat kurssin parasta antia. Niistä löytyy oppilaiden oma-aloitteisesti leikkaamia lehtiartikkeleita ympäristöasioista, hienoja mielipiteitä ja huolella tehtyjä käsitekarttoja.

Oppilailta on tullut hyvää palautetta kurssin arviointimuodoista. Perinteisen kokeen puuttuminen ei ole vähentänyt oppilaiden opiskelumotivaatiota, vaan päinvastoin se on innostanut heitä ylittämään rutiineita ja tekemään enemmän töitä kotitehtävien ja tuotosten parissa. Vaikka kurssissa saattaa olla hieman enemmän työtä oppilaille, ovat he kuitenkin mielellään ottaneet haasteen vastaan ja saaneet hyviä arvosanoja.

Monipuolisia työtapoja

Kurssin luonteen vuoksi sisältöjen painotuksia voidaan helposti muuttaa. Kurssi mahdollistaa monipuolisten työtapojen käytön. Ryhmästä riippuen voidaan joidenkin kanssa kehittää ja suorittaa tutkimuksia, jotkut tykkäävät enemmän tehdä käsitekarttoja, kun taas yhden ryhmän kanssa voidaan saada aikaan syvällisiä keskusteluja ja pohdintaa.

Kurssilla on tärkeää tiedon jäsentämisen oppiminen. Oppitunti voidaan joskus aloittaa lukemalla päivän Helsingin Sanomia ja etsimällä sieltä artikkeleita esimerkiksi ilmaston muutoksesta. Paitsi lehdet, myös videot ja televisio-ohjelmat tuovat kurssin asioita oppilaiden lähelle. Kurssin yhdeksi ongelmaksi on kuitenkin osoittautunut, huolimatta ajankohtaisesta aiheesta, että hyviä opetusvideoita on vaikea löytää. Ne voisivat joidenkin aiheiden havainnollistamisessa olla opettavaisempia, kuin aiheesta lukeminen tai luennoiminen.

Kurssilla pyritään tekemään mahdollisimman paljon käytännössä: syksyllä voidaan tehdä retki joelle vettä tutkimaan ja joidenkin ryhmien kanssa käydään tutustumassa jätevedenpuhdistuslaitokselle. Talvella tutkitaan muun muassa koulun lähiympäristön lumen happamuutta. Kurssimateriaaliksi opettajat etsivät jatkuvasti ajankohtaista materiaalia lehdistä ja internetistä. Oppilaat tuovat myös tunneille mukaan omia artikkelilöytöjään. Kurssin lopussa järjestetään väittely ympäristöasioista, roolileikki tai näytelmiä kurssilla oppituista aiheista.

Kurssilla voi erityisen hyvin toteuttaa myös aihekokonaisuuksien opetusta. Esimerkiksi aihekokonaisuus Osallistuva kansalainen näkyy kurssilla, sillä oppilaille pyritään luomaan omakohtainen vastuullinen kestävän kehityksen mukainen luontosuhde. Yksi kurssin kotitehtävä on haaste roskaliikkeeseen. Kun oppilaat ottavat haasteen vastaan kerätä roskan päivässä, he toivottavasti ymmärtävät, että jokaisen pienikin teko auttaa ympäristönsuojelussa.

Positiivisen asenteen luominen on tärkeää, sillä pääasiassa kurssilla käsitellään ympäristön ongelmia. Joitain oppilaita on kurssin ympäristöongelmat alkanut jopa ahdistaa, tämä on herättänyt hyviä keskusteluja ja ehkäpä saanut aikaan asenteiden

muuttumista. Kenties juuri omakohtaisuuden ja käytännönläheisyyden vuoksi oppilaat ovatkin sanoneet ympäristökurssin olevan tärkein kemian ja fysiikan kurssi vuosiluokkien 7–9 koulussa. Peltolan koulun opettajatkin ovat tyytyväisiä ratkaisuunsa keskittää ympäristöaiheet kokonaisuudet omaksi kurssikseen.



Luova ajattelu ja tutkiva oppiminen InnoApajassa – esimerkkinä polymeerikemia

Maria Vänskä
Kemianteollisuus ry
Maija Aksela
Kemian opetuksen keskus, kemian laitos, Helsingin yliopisto

Artikkelissa esitellään kehittämistutkimuksena toteutettu kemian ja teknologian opetuskokonaisuus InnoApaja, joka on osa Tekniikan museon InnoApaja-oppimisympäristön kehittämishanketta. Sen keskeisiä opetuksellisia tavoitteita ovat korkeamman ajattelun prosessit, osaamisen luova soveltaminen sekä kriittinen ajattelu. Oppimisympäristön kehittämisessä on käytetty luovan ajattelun ja tutkivan oppimisen teorialähtöistä näkökulmaa. Oppimisprosessi mallintaa luovan ongelmanratkaisun ja innovaatioprosessin vaiheita sekä tutkivaa oppimista museon autenttisia artefakteja ja miljöitä hyödyntäen. Luovan ongelmanratkaisun prosessi alkaa ongelman tunnistamisesta, etenee tiedon hankinnan ja analysoinnin kautta vähitellen kohti tuotetta. Prosessissa luova ajattelu ja kriittinen arviointi vuorottelevat. InnoApaja keskittyy jäsentämään polymeerien kemiallisen rakenteen ja ominaisuuksien välistä suhdetta yleisivistävän opetuksen opetussuunnitelmien perusteiden mukaisessa laajuudessa.

InnoApaja-hankkeen taustaa

Valtakunnallisena erikoismuseona Tekniikan museo kuvaa suomalaisen teollisuuden kehittymistä ja vaikutusta yksilöiden ja yhteiskunnan elämään. Kemianteollisuuden kokonaisuuden lisäksi museossa on metsä-, teknologia- ja energiateollisuuden osastot sekä vaihtuvia näyttelyitä eri teemoista.

InnoApaja-hanke käynnistyi museon kemian näyttelyn uudistamisen yhteydessä. Museon hallinnoima hanke saa tukea muun muassa opetusministeriöltä, Opetushallitukselta, Kemianteollisuus ry:ltä, Teknologiateollisuus ry:ltä, Helsingin yliopistolta, Helsingin ja Espoon kaupungeilta sekä yrityksiltä.

InnoApaja-hankkeen tavoitteena on tuottaa formaalin ja informaalisen oppimisen yhdistävä oppimisympäristö, joka tukee korkeampien ajattelutaitojen kehittymistä. Informaalilla oppimisella ja opetuksella tutkimuksessa tarkoitetaan formaalin opetuksen eli opetussuunnitelmien perusteissa määriteltyjen tavoitteiden ja/tai perinteisen kouluympäristön puitteissa tapahtuvan oppimisen täydentäjää. (Hodson 2003; Dori & Tal 2000) Oppimisympäristönä voi olla esimerkiksi museo, tiedekeskus taimediaympäristö. Henriksen ja Jorde (2001) ovat esittäneet oletuksen, että museo oppimisen yhdistämisellä formaaliin tiedeopetukseen tuettaisiin erityisesti luonnontieteellisen ajattelutaidon kehittymistä.

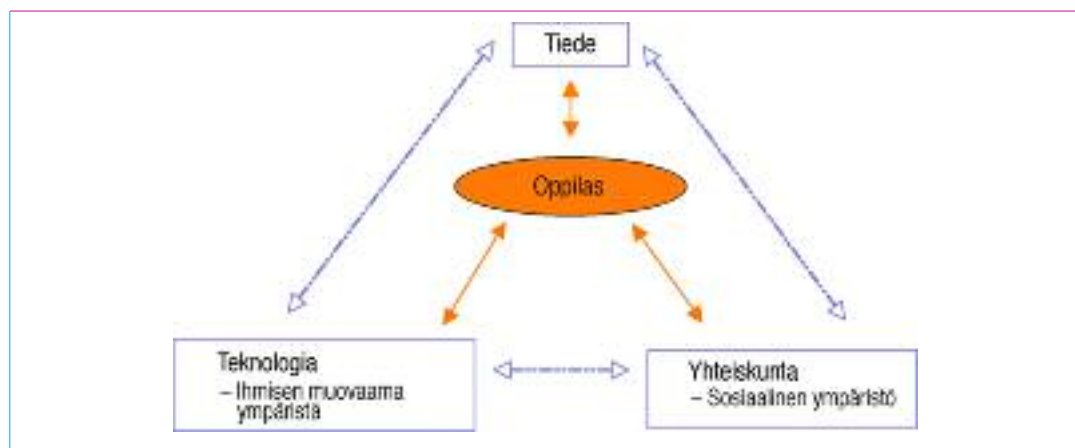
InnoApaja-hanke keskittyy oppilaan ajatteluprosessin tukemiseen. Ajattelun taitojen tiedostaminen ja näkyväksi tekeminen mahdollistaa niiden tavoitteellisen kehittämisen. (Gilbert 2006; Aksela 2005; Bybee 2004) Opettaja tarvitsee menetelmiä, joilla tukea opettajan oman asiantuntijuuden avulla oppilaan ajattelun taitojen kehittymistä sekä tiedollista ja taidollista oppimista monipuolisesti.



InnoApajan oppimiskäsitys

InnoApaja-hankkeen tavoitteena on tuottaa oppijallemielekäs oppimisympäristö, joka tuottaa syvällistä osaamista. Semuodostuu oppijallemerkityksellisistä ja aiemmin omaksuttuihin tietoihin ja taitoihin liittyvästä sisällöstä. (Gilbert 2006; Aksela 2005; Stocklmayer & Gilbert 2003; Anderson & Krathwohl 2001) Opetussuunnitelmien perusteet pohjautuvat oppimiskäsitykseen, jonka mukaan oppiminen ja tiedon rakentuminen on konstruktivinen ja kumulatiivinen prosessi. (Pops 2004; Lops 2003) Tavoitteena on opitun ymmärtäminen ja osaamisen soveltaminen. InnoApajan sisällöissä korostuu kaikille yleissivistävän koulutuksen luokka-asteille asetettujen oppimistavoitteiden tarkastelu toisiaan täydentävinä kokonaisuuksina. Oppiminen keskittyy yhteisöllisen tiedonrakentamisen prosessiin, jossa tietoisesti ja systemaattisesti kehitetään oppimisyhteisön tuottamaa tietoa.

Oppimisen tulee myös olla kontekstuaalista (engl. context-based teaching), mahdollisimman aidossa ympäristössä tapahtuvaa oppimista. Siihen kuuluu oppijan elinympäristön sekä luonnon että ihmisen muokkaama ympäristö sekä formaalin ja informaalin oppimisen yhdistäminen. (Gilbert 2006). Se yhdistää oppiainekohtaisten tietojen ja taitojen, ajattelun taitojen sekä persoonallisuuden kehityksen. InnoApaja-hankkeessa käytetään konkreettisen kontekstuaalisuuden viitekehyksenä STS (science-technology-society) – opetusta, joka painottaa luonnontieteiden, teknologian ja yhteiskunnan välistä yhteyttä oppijan lähiympäristön näkökulmasta katsottuna. (Kuvio 1.) (Gilbert 2006; Stocklmayer Gilbert, 2003; Hodson 2003; Aikenhead 1994)



KUVIO 1. STS-opetus- ja oppiminen (Aikenhead 1994)

Korkeamman ajattelun taidot ja luova ongelmanratkaisu

Opetussuunnitelmien perusteissa (Pops 2004; Lops 2003) eritellään yleisten ajattelun taitojen kehittämisen lisäksi oppiainekohtaisia tavoitteita. Kemian käsitteiden ja ilmiöiden ymmärtäminen sekä tarvittavat kokeelliset taidot omaksutaan parhaiten luonnollisissa asiayhteyksissään, mutta osaaminen ei siirry toisiin (verrannollisiin) tilanteisiin ilman luovaa ajattelua ja ongelmanratkaisua. Tarvittavat luovuuden taidot

ovat korkeamman ajattelun kehittynein taso ja oppimisen tärkein tavoite. (Cardellini 2006; Sternberg 1999; Hakkarainen ym. 1999; Fisher 1991)

Niin kutsutut ongelmakeskeiset lähestymistavat, kuten tutkiva oppiminen, tukevat korkeampien ajattelun taitojen kehittymistä ja soveltuvat kontekstisidonnaiseen oppimiseen. Lähtökohtana on ajatus, että oppiminen on parhaimmillaan tutkimusprosessi, joka synnyttää sekä uutta ymmärrystä että uutta tietoa. (DeBoer 2004; Hakkarainen ym. 1999) Se perustuu luonnontieteellisen tiedon rakentumiseen havainnoimalla sekä arvioimalla havaintoja ja niiden merkitystä aiemmin omaksutun tiedon perusteella. Tällöin tutkiva oppiminen vastaa tutkimusyhteisön toimintamallia luonnontieteellisessä tutkimustyössä.

InnoApajan sisältö ja toteutus opetuksessa

InnoApajan oppimisprosessi toteutetaan kolmivaiheisena. Koulussa tapahtuvassa etukäteistyöskentelyssä pohjustetaan oppimista ja sen tavoitteita. Opettajan ohjaamana oppijat määrittelevät itselleen ja ryhmälleen tavoitteet sekä hankkivat tarvittavia tietoja ja taitoja. Tehtävien laajuus (ks. taulukko) vaihtelee oppilasryhmästä ja asetetuista tavoitteista riippuen. Keskeistä on liittää tiedot ja taidot osaksi jo olemassa olevaa tietorakennetta sekä soveltaa niitä oppimisprosessin edetessä monipuolisesti.

Toisessa vaiheessa tapahtuu varsinainen museokäynti. Museon miljöössä kannustetaan elämyksellisyyteen, kokemaan (ainakin) mielikuvatasolla autenttisia tilanteita sekä hyödyntämään kaikkia aistejaan, näkemään, kuulemaan, tuntemaan ja haistamaan. Opetussisällöt muodostavat kokonaisuutta, joka yhdistää luovan ongelmanratkaisun ja innovatiivisuuden historian avulla nykyhetkeen sekä yksilön että yhteisöjen kannalta.

Kolmannessa vaiheessa opittuja asioita syvennetään ja täydennetään joko koulussa tai esimerkiksi yrityksissä. Obitun soveltaminen sekä arviointi ovat vaiheessa olennaisia.



TAULUKKO. Kehitetyt tehtävät ja niiden sisältämät opetukselliset tavoitteet

Kokonaisuus	Työn nimi	Kohderyhmä	Tiedolliset ja taidolliset tavoitteet
Ryhmäytyminen	Kimpassa eteenpäin Tsemppiä eteenpäin	1–4 vlk 5–9 vlk, lukio	– Ryhmätyötaidot – Itseluottamuksen vahvistaminen
Etukäteistutustuminen ja projektityön aloittaminen	Tutkijan muistilista ja projektityö – Luovuus valloilleen (1–6 vlk) – Polymeerikemian keihäänkärkiä (7–9 vlk, lukio)	Kaikki	– Tutkimuksen suunnittelu, suorittaminen, arvioiminen ja esittäminen – Prosessitaidot – Kemian ja teknologian yhteys – Aiheen mukaiset sisällöt – Osaamisen soveltaminen – Luonnontieteen luonne – Yhteiskunnallinen konteksti – Ryhmätyötaidot – Positiivisen palautteen antaminen – Innovaatioprosessi
	Mainiot materiaalit	1–4 vlk	– Materiaalien luokittelu – Perusteltujen johtopäätösten esittäminen
	Tutkija työssään	1–4 vlk	– Tutkimuksen tekemiseen tutustuminen ja tutkimuksen esittäminen – Luova ideointi
	Liikkeelle, hep!	1–4 vlk	– Materiaalien luokittelu
	Mainiot materiaalit	5–6 ja 7–9 vlk	– Materiaalien luokittelu – Perusteltujen johtopäätösten esittäminen – Materiaalin rakenteen ja käytön välinen yhteys – Eri aineiden integrointi – Ajattelun jäsentäminen
	Antoisat aineet	7–9 vlk	– Kemian peruskäsitteet – Tutkimuksen suunnittelu, toteutus ja esittäminen – Ajattelun jäsentäminen
	Tutkija työssään	5–6 ja 7–9 vlk	– Tutkimuksen suunnittelu, toteutus ja esittäminen – Materiaalin rakenteen ja käytön välinen yhteys – Ajattelun jäsentäminen – Luova ideointi
	Elinkaaren kertomaa	5–6 ja 7–9 vlk	– Elinkaariajattelun tukeminen – Tiedon hankinta – Perusteltujen mielipiteiden esittäminen
	Muistojen mannaa -haastattelu	5–6 ja 7–9 vlk	– Yhteiskunnallinen konteksti
	Materiaalit työssä	5–6 ja 7–9 vlk	– Materiaalin rakenteen ja käytön välinen yhteys – Kestävä kehitys
			Jatkuu



Jatkuu			
Kokonaisuus	Työn nimi	Kohderyhmä	Tiedolliset ja taidolliset tavoitteet
Etukäteistutustuminen ja projektityön aloittaminen	Kemian teknologia ja polymeerikemia – käsitekartta	Lukio	– Ajattelun jäsentäminen ja perusteleminen – Kemia ja teknologia – Tiede ja teknologia
	Mistä se ajatus sitten lähti? -haastattelu	Lukio	– Yhteiskunnallinen konteksti – Materiaalin rakenteen ja käytön välinen yhteys – Innovaatioprosessi – Kestävä kehitys
Museon opintokäynti	Museon opintokäynti	Kaikki	– Tiede ja teknologia – Monitieteellisyys – Luonnontieteen luonne – Yhteiskunnallinen konteksti – Innovaatioprosessi – Ryhmätyötaidot
Syventävät tehtävät:	Tuotanto tutuksi	5–6 vlk	– Tuonnontieteet yhteiskunnassa – Tuotantoprosessit
Polymeerikemia	Pallo hallussa	5–6 vlk	– Luonnontieteellisen tutkimuksen tekeminen: suunnittelu, työn suoritus, arviointi ja esittäminen
	Polymeerin valmistus	5–6 vlk	– Tiedon hankinta ja analysointi – Kokeellinen työskentely – Johtopäätösten tekeminen ja arviointi
	Intiaanien purukumi	5–6 vlk	– Tiedon hankinta ja analysointi – Kokeellinen työskentely – Johtopäätösten tekeminen ja arviointi – Kemian käsitteet
	Polymeerien rakente ja mallit	7–9 vlk	– Kemiallisten mallien luonne – Polymeerikemian käsitteet – Tiedon hankinta ja analysointi – Johtopäätösten tekeminen ja arviointi
	Superpallon valmistus	7–9 vlk	– Polymerointi – Kokeellinen työskentely
	Viskositeetti	7–9 vlk	– Polymeerien ominaisuudet – Tutkimuksen suunnittelu ja tekeminen, johtopäätösten tekeminen
	Muoveista on moneksi – Muovilaatujen tunnistaminen	7–9 vlk	– Tutkimuksen tekeminen – Polymeerien mallintaminen – Kokeellinen työskentely
	Polymeerin mallinnus	Lukio	– Kemiallisten mallien luonne – Rakenteen ja ominaisuuksien välinen yhteys
Jatkuu			



Jatkuu			
Kokonaisuus	Työn nimi	Kohderyhmä	Tiedolliset ja taidolliset tavoitteet
Syventävät tehtävät: Polymeerikemia	Nailonin valmistus	Lukio	– Polymerointi – Kokeellinen työskentely – Johtopäätösten tekeminen
	Superimukykyinen polymeeri	Lukio	– Polymeerikemian käsitteet – Rakenteen ja ominaisuuksien välinen yhteys – Rutkimuksen suunnittelu ja toteutus – Tavoitteellinen ajattelun kehittäminen

Yhteenveto ja pohdinta

Kehittämistutkimuksessa tuotettu InnoApajan opetuskokonaisuus on sekä opetussellinen malli että opetusmateriaali, joka yhdistää innovaatio- ja luovuustutkimuksen konkreettisesti polymeerikemian sisältöjen opetukseen. Tavoitteena on kehittää oppijan korkeampien ajattelutaitojen kehitystä, luovaa ongelmanratkaisua ja tutkivaa oppimista. Menetelmät ja mallit ovat siirrettäviä myös muihin konteksteihin.

InnoApaja avaa oppimisympäristöä sekä fyysisesti että menetelmällisesti. Opetajan rooli oppimisen ohjaajana, eksperttinä, tukee oppijan itsenäistä työskentelyä ja ryhmäprosessia.

Lähteet

Aikenhead, G. 1994. What is STS Science Teaching?. Teoksessa Solomon, J., Aikenhead, G. STS Education: International Perspectives on Reform. Teachers College Press, New York. 47–59.

Aksela, M. 2005. Supporting Meaningful Chemistry Learning and Higher-order Thinking through Computer-Assisted Inquiry: A Design Research Approach. Academic Dissertation. Yliopistopaino. Helsinki.

Anderson, L. R. & Krathwohl. (Toim.) 2001. A taxonomy for learning, teaching and assessing, a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. Longman. New York.

Bybee, R. W. 2004. Scientific inquiry and science teaching. Teoksessa Flick, L., Lederman, N. G. (toim.) Scientific inquiry and nature of science implications for teaching, learning, and teacher education. Series: Science and Technology Education Library, 25. Dordrecht. Kluwer. 1–14.

Cardellini, L. 2006. Fostering creative problem solving in chemistry through group work. Chemistry Education Research and Practice, 7 (2). 131–140.

DeBoer, G. E. 2004. Historical perspectives on inquiry teaching in schools. Teoksessa Flick, L., Lederman, N. G. (toim.), Scientific inquiry and nature of science implications for teaching, learning, and teacher education. Series: Science and Technology Education Library, 25. Dordrecht. Kluwer. 17–36.

Dori, Y., Tal, R. 2000. Formal and informal collaborative projects: Engaging in industry with environmental awareness. Science Education, 84 (1). 95–113.

Gilbert, J.K. 2006. On the Nature of 'Context' in Chemical Education, International Journal of Science Education, Vol. 28, No. 6, 14 July 2006. 957–976.

Hakkarainen, K., Lonka, K. & Lipponen, L. 1999. Tutkiva oppiminen. Älykkään toiminnan rajat ja niiden ylittäminen. WSOY.

Henriksen, E., Jorde, D. 2001. High school students' understanding of radiation and the



environment: Can museum play a role? *Science Education*, 85 (2). 189–206. Hodson, D. 2003. Time for action. *International Journal of Scientific Education*, 25(6). 645–670.

Lukion opetussuunnitelmien perusteet 2003. Opetushallitus.
www.oph.fi/SubPage.asp?path=1;443;5238;5242

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2004. Opetushallitus.
www.oph.fi/info/ops/pops_web.pdf

Sternberg, R. J. (Toim.) 1999. *Handbook of Creativity*. Cambridge University Press.

Stocklmayer, S. & Gilbert, J. 2003. Informal Chemical education. Teoksessa Gilbert, J. K., de Jong, O., Justi, R., Treagust, D. F., van Driel, J. H.: *Chemical Education: Towards Research-based Practice*. Kluwer Academic Publishers. 143–164.



Vettä verkossa -verkkomateriaalin hyödyllisyys luokanopettajaopiskelijoiden arvioimana

Pirjo Häkkinen
Kemian laitos, Opettajainkoulutus, Jyväskylän yliopisto

Tässä artikkelissa tarkastelen kahden luokanopettajaopiskelijaryhmän kokemuksia tuottamastani verkkomateriaalista. Raportoin luokanopettajaopiskelijoille tekemäni kyselyn yhden kysymyksen vastauksia. Molemmat ryhmät tutustuivat ensin Vettä verkossa -verkkomateriaaliin veden ominaisuudet sekä pintajännitysosioon ja vastasivat sitten kyselyyn. Alustavien vastausten perusteella nousi esille verkkomateriaalin hyödyllisyys hankalien kemian ja fysiikan käsitteiden esittämisessä muussa muodossa kuin pelkkänä tekstinä.

Avainsanat:

Veden ominaisuudet, kemia, kemian oppiminen, verkkomateriaalin tuotto, verkko-oppiminen

Uusi ops ja sen tuomat haasteet

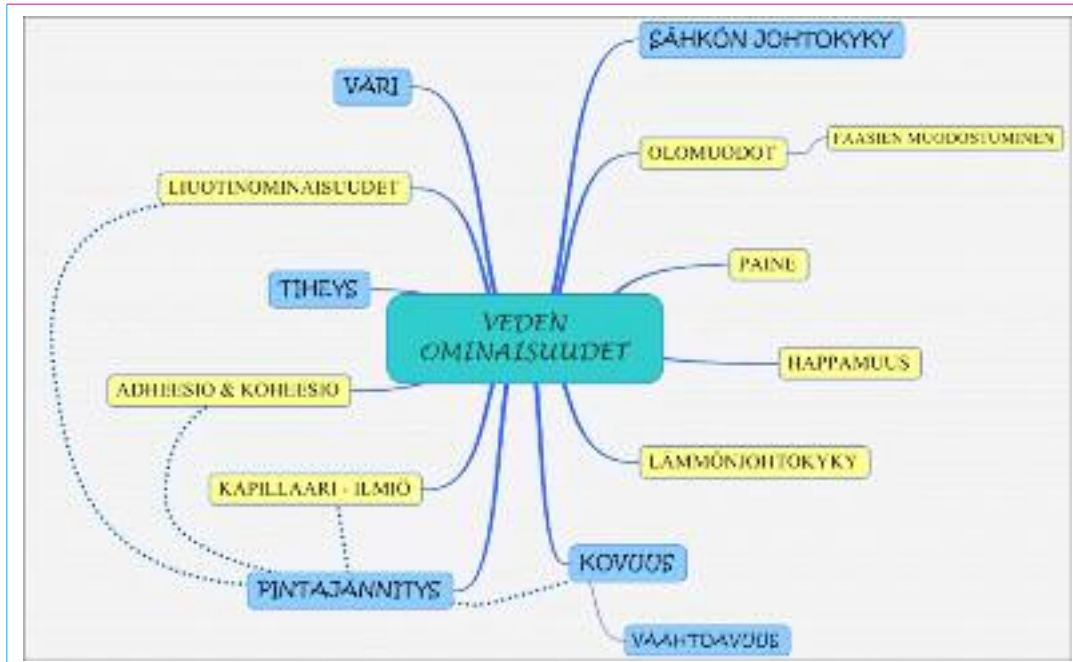
Uuden opetussuunnitelman myötä perusasteelle 2004 tuli ajankohtaiseksi miettiä muun muassa aihekokonaisuuksien merkitystä kemian opetukseen. Toinen merkki tässä muutos oli fysiikan ja kemian sekä biologian ja maantiedon eriyttäminen omiksi oppiaineikseen peruskoulun 5. luokalta alkaen. Opetuksen lähtökohtana ovat oppilaan aikaisemmat tiedot, taidot ja kokemukset sekä ympäristön kappaleista ja ilmiöistä tehdyt havainnot ja tutkimukset. Näistä edetään kohti fysiikan ja kemian peruskäsitteitä ja periaatteita. Opetuksessa on huomioitava, etteivät eri aineiden väliset riippuvuudet ja asiayhteydet jää oppilaille vieraiksi. Fysiikka ja kemia eivät ole pelkkiä lukuaineita, joten tekemisellä ja ilmiöiden havainnoinnilla on opiskelussa merkittävä rooli. Opiskelun tulee innostaa oppilasta luonnontieteiden opiskeluun.

Vettä verkossa –materiaalin tuottaminen

Lähestyin tätä asiaa tuottamalla verkkomateriaalin Vettä verkossa. Materiaalin tuottaminen aloitettiin syksyllä 2005. Vesi kaikille tuttu ja tärkeäksi todettavana yhdisteenä tarjoaa erittäin hyvän mahdollisuuden avata kemian ja fysiikan maailmaa peruskoulun oppilaille. Kaiken ikäiset oppilaat ymmärtävät vaivatta veden suuren merkityksen. Veden kemian ja fysiikan avulla voidaan ymmärtää muun muassa pintajännitystä, happamuutta, sähkön- ja lämmönjohtavuutta, kovuutta sekä tiheyttä.

Veden ominaisuuksien käsittely aloitettiin lähtemällä liikkeelle veden miellekartasta. Miellekartta on kuin käsitekartta ilman sidesanoja. Kuviossa 1 olevaan miellekarttaan on koottu veden ominaisuuksia. Verkkomateriaali sisältää ominaisuuksiin liittyviä teoriaosuuksia sekä demonstraatio-osuuksia ohjeineen ja videoineen. Teoriaosuuksia on lisäksi selvennetty ilmiötä kuvaavilla piirustuksilla ja valokuvilla. Miellekartassa pääsee liikkumaan eteenpäin klikkaamalla ominaisuuteen viittaavaa sanaa.





KUVIO 1. Veden miellekartta

Kyselyaineiston hankinta

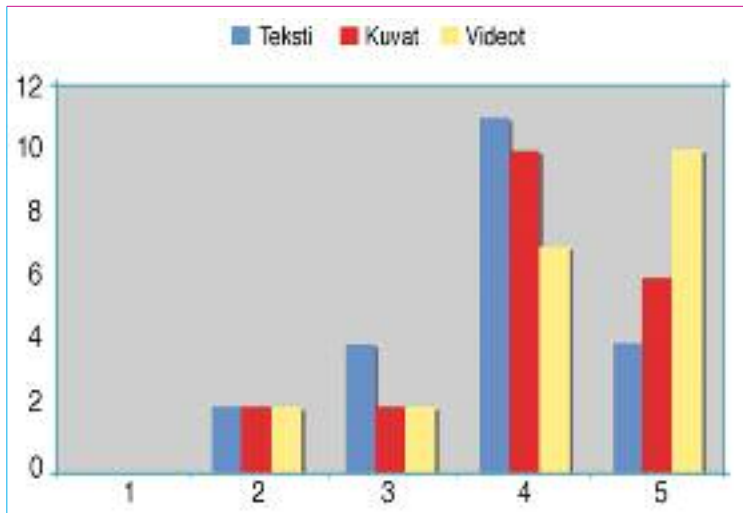
Syksyllä 2006 tehtiin kysely sivujen toimivuudesta yhdellä ryhmällä luokanopettajaopiskelijoita. Ryhmän jäsenet olivat ympäristö- ja luonnontietoon erikoistuvia luokanopettajia. Heitä oli yhteensä yhdeksän henkilöä. Kysely toteutettiin niin, että opiskelijat tutustuivat ensin verkkomateriaalin veden ominaisuudet sekä pintajännitysosioihin työpisteessä. Tämän jälkeen he siirtyivät vastaamaan kyselyyn. Tämä ryhmä vastasi kyselyn paperiversioon.

Vuoden 2007 alussa sivujen toimivuutta testattiin toisella luokanopettajaopiskelijaryhmällä. Heitä oli yhteensä 12 henkilöä. He erikoistuvat muihin aineisiin kuin ympäristö- ja luonnontieto. Heillä on takanaan vähemmän kemian ja fysiikan opintoja. Sivusto oli sama, mutta nyt kysely toteutettiin nettikyselynä. Vastaajat tutustuivat ensin verkkomateriaaliin ja saivat sen jälkeen linkin kysymyksiin. Vastaajat koodattiin siten, että vastaajan tunnuksen perässä oleva numero ilmoittamonesko vastaaja on kyseessä.

Tulosten tulkintaa

Luokanopettajaopiskelijoille tehdyn kyselyn kysymyksessä 4 tiedusteltiin verkkomateriaalin hyödyllisyyttä. Kuviossa 2 onmolempien ryhmien tulokset yhdessä, yhteensä 21 vastaajaa. Vaaka-akselilla ovat eri vastausvaihtoehdot ja pystyakselilla vastaajien lukumäärä. Pelkän tekstin kokimelko hyödyllisenä 11/21, kuvat 10/21 ja videon 7/21. Kun taas erittäin hyödyllisinä koettiin kuvat 6/21, videot 10/21 verrattuna pelkkään tekstiin 4/21. Ryhmien välillä oli eroja, jotka aiheutuvat mahdollisesti opiskelijan omasta kemian taustasta, mielenkiinnosta ainetta kohtaan tai siitä, oliko erikoistumisaineena ympäristö- ja luonnontieto vai ei. Yksikään vastaajista ei ko-

kenut verkkomateriaalin olevan hyödytön. Seuraavassa käydään läpi tekstin, kuvi-
en ja videoiden hyödyllisyys ryhmäkohtaisesti. Kunkin kohdan perään on liitetty
opiskelijoiden perusteluja vastauksilleen. Perusteluissa on mainittu yhden seikan
hyödyllisyys vastaajan kannalta. Saadut tulokset edustavat vain pientä joukkoa val-
mistuvia luokanopettajia, mutta ovat kuitenkin suuntaa antavia.



KUVIO 2.
Koko verkkomateriaalin
hyödyllisyys. (n = 21)

Tekstin hyödyllisyys

Molemmat ryhmät kokivat tekstin melko tai erittäin hyödylliseksi, mutta ympäris-
tö- ja luonnontietoon erikoistuvien luokanopettajien mielestä teksti oli riittävä. Ku-
viossa 3 ympäristö- ja luonnontietoon erikoistuvista luokanopettajista vain yksi ei
osannut sanoa/ei ottanut kantaa tekstin hyödyllisyyteen. 8/9 mielestä teksti oli vä-
hintään melko hyödyllistä.

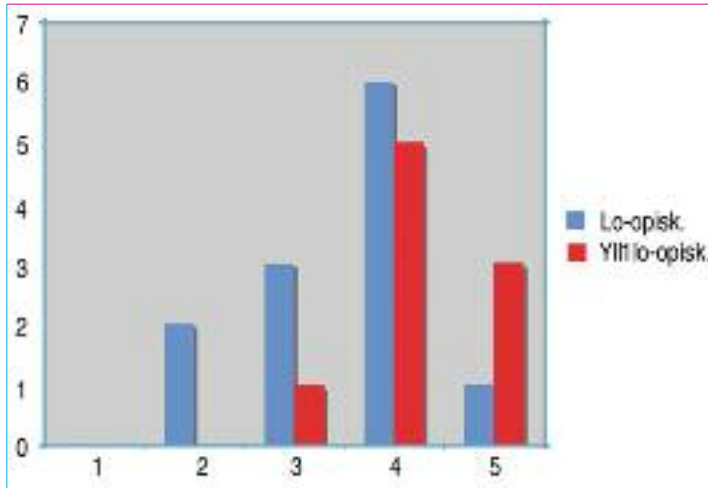
"Lukemalla oppiminen on minulle helpointa." (YLLI 3)

"Teksti oli selkeää ja ymmärrettävää." (YLLI 7)

*"Koska sisäistän tekstin parhaiten, on siitä eniten hyötyä. Kuvat ja videot kyllä helpottavat
asioiden ymmärtämisessä. On hyvä, että on monenlaista materiaalia monenlaisia oppijoita
varten."* (YLLI 9)

LO-ryhmän vastaajista 7/12 mielestä teksti oli vähintään melko hyödyllistä. Kahden
vastaajan mielestä teksti oli hieman hyödyllistä.

*"Teksti oli riittävän selkeää ja kuvat havainnollistivat asiaa hyvin, siksi niistä siis täydet pis-
teet."* (LO 5)



KUVIO 3.
Tekstin hyödylliseksi kokeminen molemmissa luokanopettajaopiskelijoiden ryhmissä

Kuvien hyödyllisyys

Kuvien hyödyllisyyttä arvioitaessa huomataan ero eri luokanopettajaopiskelijaryhmien välillä. Kuviossa 4 ympäristö- ja luonnontietoon erikoistuvat LO-opiskelijat eivät kokeneet kuvien osuutta niin hyödyllisenä kuin toiset LO-opiskelijat. Ympäristö- ja luonnontietoon erikoistuvat LO-opiskelijoiden mielestä kuvat tukivat hyvin tekstiä ja muistamista.

“Kuvat ja videot tukevat muistia ja tekstistä saa syvällistä tietoa!” (YLLI 6)

Yhden ympäristö- ja luonnontietoon erikoistuvat LO-opiskelijan vastaajan mielestä materiaalin kuvat olivat erittäin hyödyllisiä.

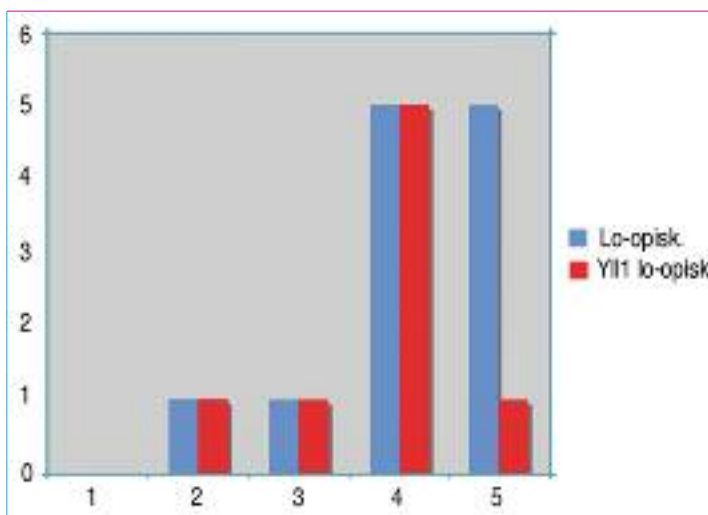
“Eideettisen muistin [=valokuvamuisti] vuoksi muistan kuvat melko tarkasti ja jos teksti vielä liittyy kuviin ja lisäksi viittaa niihin, oppimiseni helpottuu.” (YLLI 4)

Myös negatiivista palautetta jaettiin.

“Kuvat ja videot liian pieniä ja vähän epäselviä.” (YLLI 7)

LO-opiskelijoiden mielestä 10/12 kuvat olivat melko tai erittäin hyödyllisiä.

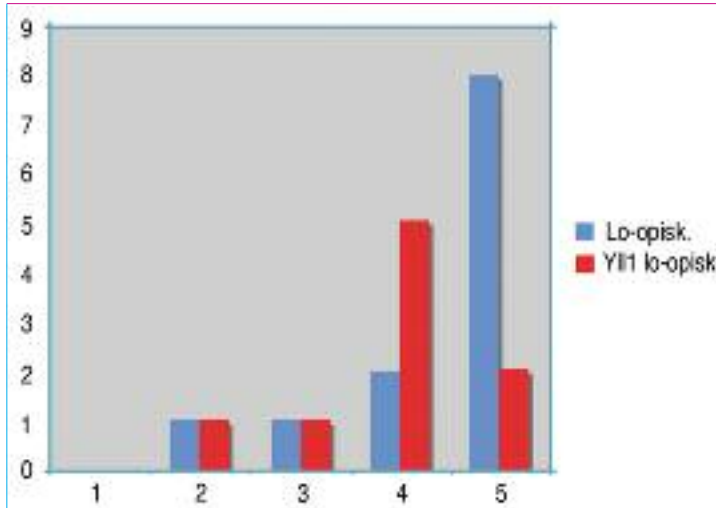
“Kuvien avulla asiat on helpompi sisäistää ja ne jäävät paremmin mieleen. Pelkkä teksti ja kaavat alkavat nopeasti väsyttämään ja kiinnostus loppuu ennen pitkää!” (LO 2)



KUVIO 4.
Kuvien hyödylliseksi kokeminen luokanopettajaksi opiskelevilla

Videoiden hyödyllisyys

Videoiden hyödyllisyyden arvioinnin kohdalla ero luokanopettajaopiskelijaryhmien välillä näkyi selvästi kuviossa 5. Tässä osiossa videoiden hyödyllisyys oli merkittävämpi LO-opiskelijoilla kuin ympäristö- ja luonnontietoon erikoistuvilla LO-opiskelijoilla. LO-opiskelijoista kahdeksan 8/12 pitivät videoita erittäin hyödyllisinä. Kahden 2/12 mielestä videot olivat melko hyödyllisiä.



KUVIO 5.
Videoiden hyödylliseksi kokeminen molemmissa luokanopettajaopiskelijoiden ryhmissä

"Teksti oli perustietoa, mutta kuvat ja videot helpottivat ymmärrystä." (LO 1)

"Kun asian näkee konkreettisesti, sen myös ymmärtää paremmin." (LO 6)

"Tekstistä lähinnä otan tiedon, jota kuvat auttavat sitten muistamaan. Videot eivät olleet niinkään hyödyllisiä. Niitä oli lähinnä hauska katsoa, mutta eivät ne mitään uusia oivalluksia antaneet." (LO 9)

Vain kahden 2/9 ympäristö- ja luonnontietoon erikoistuvan LO-opiskelija vastaajan mielestä videot olivat erittäin hyödyllisiä.

"Olen visuaalinen oppija, joten videoleikkeet olivat parhaita omaa oppimista jäsentämään." (YLLI 8)

Opiskelijoiden kantojen perusteluja

Vastattuaan kysymykseen Vettä verkossa –materiaalin hyödyllisyydestä opiskelijat joutuivat perustelemaan kantansa edellä olleisiin kohtiin. Näissä perusteluissa mainittiin useampi tekijä hyödyllisyydelle:

- teksti ja kuvat
- teksti ja videot
- kuvat, videot ja teksti

Seuraavissa perusteluissa on maininta kuvien ja videoiden toimivan tekstin tukena.

"Termistön takia teksti on vaikeahkosti tulkittavaa. Kuvat ja videot ovat selkeitä. Tekstiä voisi yrittää yksinkertaistaa ja selittää käsitteitä auki." (YLLI 1)

"Videot olivat lähinnä kivoja ja ilman tekstiä ne eivät olisi avannet aihetta. tekstiä ja kuvia vertaamalla sisältö hahmottui." (YLLI 2)

"Kuvat ja videot olivat erittäin hyvänä tukena tekstille ja toimivat hyvänä oppimiskanavana"

niille, jotka oppivat visuaalisesti.” (YLLI 5)

Teksti koettiin muun muassa vaikeaselkoisena, faktapitoisena, teoreettisena ja vieraana, jolloin kuvista ja videoista oli hyötyä asioiden ymmärtämisen kannalta.

”Aihepiiri on itselleni vieras. Teksti oli niin faktapitoista, että asioiden ymmärtäminen tarvitsee kuvia ja videoita avukseen. Yleensä teksti hyödyttää oppimista paljonkin, mutta nyt (uutta)asiaa tuli kerralla liikaa. Niinpä videot ja kuvat olivat tärkeä apu.” (LO 3)

”Teksti oli vaikeaseloista kaikkien vaikeiden asiakäsitteiden vuoksi. Kuvat auttoivat myös tekstin ymmärtämistä ja videot yksinkertaistivat ja muuttivat teoreettisen tiedon käytäntöön.” (LO 8)

”Videot olivat asian ymmärtämisen kannalta hyödyllisiä, niitä oli mielenkiintoista katsoa ja ne auttoivat ymmärtämään sekä tekstiä, että kuvioita. Teksti itsessään oli aika raskasta luetavaa, mutta jos on aiheesta kiinnostunut niin ehkä se menisi. Kuvia ymmärsin tekstin kautta ja välillä kuvat taas auttoivat ymmärtämään tekstiä.” (LO 12)

Tietojen puutteellisuus omissa pohjatiedoissa koettiin myös hankaloittavana tekijänä.

”Aivan ensimmäiseksi minulla tulee olla jotain pohjatietoa ennen kuin ymmärrän kemiallisen reaktion toimivuuden. Tämän jälkeen nähtyäni lukemani tiedot käytännössä (videona), tallentuu oppimistapahtuma tapahtumasarjana helpommin mieleeni. Yksittäisillä kuvilla ei niinkään ole merkitystä paitsi vesimolekyylin rakenteen kohdalla. Siinä yksittäinen kuva on kuitenkin ehkä paras havainnointikeino tekstin ohella.” (LO 4)

Yhteenveto

Tässä artikkelissa tutkittiin verkkomateriaalin Vettä verkossa hyödyllisyyttä kahdella luokanopettajaksi opiskelevalla ryhmällä. Materiaali sisälsi veden ominaisuuksien esittelyä kemian ja fysiikan näkökulmasta. Molemmat ryhmät kokivat verkkomateriaalissa olevat videot hyödyllisemmäksi kuin pelkän tekstin. Erityisesti se luokanopettajaesiopiskelevien ryhmä, joka ei erikoistunut ympäristö- ja luonnontietoon kokivat verkkomateriaalin videoesitykset hyödylliseksi.

Parannusehdotuksista nousivat esille muun muassa tärkeimpien asioiden esilletuominen tekstissä paremmin ja tekstin yksitoikkoisuuden välttämiseksi. Näitä parannuksia voisivat olla muun muassa tekstissä tärkeiden sanojen korostaminen lihavoinnilla tai väreillä.

Vastauksien perustella Vettä verkossa -verkkomateriaali vaikutti varsin toimivalta ja hyvältä paketilta, jossa vaikeahkoa aihetta lähestyttiin riittävän monipuolisesti. Materiaalin työstäminen on vielä kesken. Aiheen käsittelyä jatketaan lisäämällä teoria- ja video-osuuksia verkkomateriaaliin. Uutena materiaaliin on tullut muun muassa käsite tiheys. Työ on osa tekemääni lisensoitettua, jonka aiheena on kemian ja fysiikan opetuksen integroituminen perusopetuksessa.

Lähde

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet (2004), Opetushallitus, Vammalan Kirjapaino Oy.



Oppimisperusteista apua alkuaineiden jaksollisen järjestelmän perusopetukseen?

Maija Tuomisto
Nöykkiön koulu, Espoo
Maija Aksela

Kemian opettajankoulutusyksikkö, Kemian laitos, Helsingin yliopisto

Alkuaineiden jaksollinen järjestelmä on malli, joka kuvaa alkuaineiden todellisuutta yksinkertaistettuna. Jo kemian perusopetuksen (7–9 vlk) tavoitteeksi on määritelty, että oppilas osaa selittää alkuaineiden ja yhdisteiden ominaisuuksia ja rakenteita atomimallin ja jaksollisen järjestelmän avulla (Pops, 2004). Tämä edellyttää, että oppilas on ymmärtänyt atomin ja jaksollisen järjestelmän rakenteeseen liittyvät peruskäsitteet ja niiden väliset yhteydet. Moni näistä käsitteistä on abstrakti ja kuvaa silmille näkymätöntä mikrotasoa. Jaksolliseen järjestelmään liittyvien käsitteiden oppimiseen ja erityisesti niiden soveltamiseen on käytettävä riittävästi aikaa ja oppilasta innostavia kokeellisia menetelmiä. Tässä artikkelissa syvennytään opetusmallikäsitteen lisäksi oppimisperusteisiin opetusmenetelmään ja esitellään lyhyesti kaksi alkuaineiden jaksollisen järjestelmän oppimisen tukemiseen kehitettyä oppimispeliä.

Asiasanat:

Alkuaineet, kemia, jaksollinen järjestelmä, luonnontieteet, malli, oppimispelit, perusopetus

Jaksollinen järjestelmä on malli

Alkuaineiden jaksollinen järjestelmä on tiivis tietopaketti. Sen avulla kuvataan alkuaineiden atomirakenteiden sekä fysikaalisten ja kemiallisten ominaisuuksien välisiä riippuvuuksia. Lisäksi jaksollisesta järjestelmästä voidaan päätellä, miten jamillaisia yhdisteitä alkuaine mahdollisesti muodostaa. Alkuaineiden jaksollinen järjestelmä on malli, joka kuvaa alkuaineiden ominaisuuksia ja niiden jaksollista muuttumista rajallisella pätevyysalueella.

Mallin määritelmä

Malli on ilmiön kuvaus (Boulter 2000) joka on rakenteeltaan ja toiminnaltaan kuvaamaansa ilmiötä yksinkertaisempi ja pätevyysalueeltaan rajallisempi (Saari 2000). Mallin avulla ilmiön voi yksinkertaistaa ja eristää ympäristöstään niin, että sitä on mahdollista tutkia ja selittää (Gilbert ym. 2000). Lisäksi malli mahdollistaa monimutkaisen ilmiön visualisoinnin.

Luonnontieteiden ilmiötä kuvaavat mallit muuttuvat ajan ja tutkimuksen myötä. Nykyisin hyväksytyt tieteelliset mallit ja konsensusmallit ovat kehittyneet historiallisten malliensä pohjalta. Esimerkiksi nykyisessä jaksollisessa järjestelmässä – monista muutoksista huolimatta – on edelleen nähtävissä Mendelejevin kehittämä perusrakenne. Tieteellinenmalli yhdistää ilmiön ja sitä koskevan teorian toisiinsa siten, että ilmiö on mahdollista selittää teorian termein. Yleisesti hyväksytyt nykyiset ja edeltäneet tieteelliset mallit ovat konsensusmalleja. Tiettyssä historiallisessa kon-



tekstissä syntynyttä konsensusmallia kutsutaan historialliseksi malliksi. (Gilbert ym. 2000)

Mallin käyttö opetuksessa

Tieteellinen malli soveltuu harvoin sellaisenaan perusopetukseen. Yleensä tieteellistä mallista on vielä muokattava opetukseen paremmin soveltuvia opetusmalleja (Gilbert ym. 2000). Opetusmalli on tieteellisen mallin yksinkertaistettu, erityisesti tietyille ikäryhmälle soveltuva malli opetettavasta ilmiöstä. Oikein käytettynä se helpottaa varsinkin abstraktin kohteen, kemiassa mikrotason ilmiöiden opettamista. Kemia tieteenalana koostuu suuresta joukosta malleja, jotka yhdistävät makrotason havaintoja mikrotason selityksiin (Oversby 2000). Jo kemian perusopetuksessa pu-reudutaan sellaisiin ilmiöihin ja käsitteisiin, joita on lähesmahdotonta opettaa ilman mallia 12–15-vuotiaille oppilaille, joista Hautamäen (1984) tutkimuksen mukaan vain murto-osa on saavuttanut Piaget’n teorian mukaisen formaalien operaatioiden kehitysvaiheen. Tällaisia käsitteitä ovat ainakin atomin rakenne, alkuaineiden jaksollisuus, yhdisteiden muodostuminen ja sähkökemian ilmiöt.

Opetusmallia käytettäessä on tärkeää selvittää oppilaille mallin pätevyysalue ja rajoitukset, ettei se oppimisen sijaan synnytä oppilaille uusia virheellisiä käsityksiä opetettavasta ilmiöstä (Saari 2000). Opettajan on tehtävä oppilaille selväksi mallin ja itse ilmiön väliset yhteydet ja erot. Oppilas vain hämmentyy epätäydellisistä, yksinkertaistetuista ja määrittelemättömistä malleista, jos opettaja esittelee sellaisia opetuksessaan kuin itse ilmiötä. Hän ei ymmärrä ilmiön ja mallin välisen yhteyden luonnetta. (Boulter & Buckley 2000) Yksittäisenä esimerkkinä virheelliseksi jääneestä mallikäsityksestä mainittakoon Tuomiston (2005) tutkimuksessaan eräältä oppilaalta saama vastaus: "[Atomin] Elektronikuoretmääräytyvät jaksollisen järjestelmän mukaan", ikään kuin kunkin alkuaineen atomirakenne olisi muodostunut tietynlaiseksi sen perusteella, mihin alkuaine on jaksollisessa järjestelmässä satuttu sijoittamaan. Hyvä opetusmalli ei yksinään riitä, ellei sitä selitetä tarkoituksenmukaisesti. Mallin voi opetella ulkoa, mutta jollei ymmärrä sitä, mallista ei ole paljontaan hyötyä eikä sen sisältämää tietoa pysty soveltamaan (Tynjälä 2002).

Samaa ilmiötä voidaan kuvata ja on suositeltavaa kuvata usealla eri mallilla. Saman kohteen eri opetusmallit havainnollistavat tutkittavan kohteen eri piirteitä. Useiden eri opetusmallien käyttö auttaa oppilasta ymmärtämään mallikäsitetä, eikä pitämään mallia itse ilmiönä. Historiallinen malli ja siihen liittyvät tarinat lisäävät oppilaan mielenkiintoa ja tekevät luonnontieteestä ymmärrettävämpää (Matthews 1992). Vaikka tieteelliset mallit eivät ole oppilaiden itse keksittävisissä, voivat oppilaat itse suunnitella "mallien malleja", jotka auttavat heitä ilmiön ymmärtämisessä. Opettajalla on vastuu siitä, että oppilas osaa liittää mallin ominaisuudet vastaaviin ilmiön ominaisuuksiin. (Saari 1997)

Jaksollisen järjestelmä opetusmallina

Alkuaineiden jaksollisesta järjestelmästä on olemassa useita pituudeltaan ja graafiselta muodoltaan erilaisia malleja (Tuomisto 2005). Taulukkomuotoinen pitkä jaksollinen järjestelmä on sekä IUPAC:n (International Union of Pure and Applied Chemistry) suosittelu että yleisesti hyväksytty tieteellinen malli. Se on myös tavallsimmin käytetty alkuaineiden jaksollisen järjestelmän opetusmalli.



Perusopetuksessa pitkän järjestelmän rinnalla käytetään monesti myös yksinkertaisempaa ja tiiviimpää lyhyttä järjestelmää, josta puuttuvat sivuryhmät. Perusopetuksessa opetetaan vain perusteet jaksollisen järjestelmän käyttötaidosta eli tämän lyhyen järjestelmän sisältö Bohrin atomimallin mukaisesti. Jaksolliseen järjestelmään sisältyvä kvanttimekaniikka ja orbitaalit opitaan lukiossa. Lyhyttä jaksollista järjestelmää on syytä kuljettaa opetuksessa rinnakkain pitkän kanssa, että oppilaat ymmärtävät lyhyen opetusmallin pätevyysalueen rajallisuuden sekä sen, että se on vain osa varsinaista alkuaineiden jaksollista järjestelmää.

Jaksollisen järjestelmän käyttötaito edellyttää, että oppilas hallitsee atomin rakenteeseen liittyvät käsitteet: protoni, neutroni, elektroni, elektronikuoret, ydin, järjestysluku, massaluku, isotooppi. Lisäksi oppilaan on hallittava jaksollisen järjestelmän rakenteeseen liittyvät käsitteet: ryhmä, pääryhmä, jakso. Jaksollisen järjestelmän käyttötaito edellyttää, että oppilas ymmärtää edellä mainittujen käsitteiden väliset yhteydet toisiinsa ja jaksolliseen järjestelmään. Jaksolliseen järjestelmään liittyvät peruskäsitteet ja niiden väliset yhteydet ovat kuitenkin monelle 8. vuosiluokan oppilaalle vaikeita hallita. Artikkelin kirjoittajan (Tuomisto 2005) tekemän tutkimuksen mukaan ne hallitsi, käsitteestä riippuen, noin puolet tutkituista oppilaista.

Oppimispelit luonnontieteiden opetusmenetelmänä

Pelien ei tarvitse olla pelkästään hauskaa ajanvietettä ja opiskelun vain vakavaa puurtamista. Oppimispelit ovat yksi opetusmenetelmä, jonka avulla oppimistapah-tuman saamuuttumaan opettajakeskeisestä oppilaskeskeiseksi. Tässä luvussa ei tarkastella lainkaan tietokonepohjaisia oppimispelisiä, vaikka niitä onkin runsaasti tarjolla. Monissa kouluissa ei ole luonnontiedeluokkia, joissa olisi useita tietokoneita käytettäväksi koko ryhmän samanaikaiseen pelihetkeen. Työpöydistä saa kuitenkin aina koottua pelipöytiä uusia tai perinteisiä lauta- ja korttipelisiä muistuttavia oppimispelisiä varten.

Oppimispelien hyviä puolia ja haasteita

Tiedon aktiivinen prosessointi saa aikaan oppimista paremmin kuin tiedon passiivinen vastaanottaminen. Esimerkiksi oppimispelit ja interaktiiviset mallit ovat keinoja saada oppilaasta esiin aktiivinen ja itsenäinen oppija (Lujan, & DiCarlo 2006).

Hyvin suunniteltu oppimispeli kehittää oppilaan sosiaalisia taitoja sekä korkeamman tason ajattelutaitoja: ongelmanratkaisukykyä, soveltamista, analysointia ja uuden tiedon luomista (Owens ym. 1997; Maltese 1995). Oppimispelit siirtävät vastuun omasta oppimisesta opettajalta oppilaalle mielekkäällä tavalla.

Oppimispelisiä on käytettävä sopivasti muiden opetusmenetelmien rinnalla. Ne eivät saa korvata esimerkiksi kemian kokeellista työskentelyä (Brendzel 2004). Oppimispelisiä voi käyttää sekä uuden asian opiskeluun että käsitteiden ja jo opiskellun asian kertaamiseen. Oikein käytettyinä pelit parantavat opiskelumotivaatiota ja oppilaan asennetta opiskeltavaan asiaan (Johnson & Johnson 1987). Tämä ilmenee myös seuraavan luvun oppimispelitutkimuksista. Oppilaiden mielestä oppimispelit ovat hauskoja ja mukaansa tempaavia. Tietyn asian oppimisen lisäksi oppilas kokee pelatessaan yhteenkuuluvuutta ja ryhmähenkeä sekä saa itsevarmuutta onnistuessaan



(Nemerow 1996; Lujan & DiCarlo 2006). Pelin sääntöjen on oltava lyhyet ja yksiselitteiset (Galus 2003).

Yhdessä pelaaminen lisää oppilaiden välistä keskustelua opittavista asioista, jolloin oppilas samalla prosessoi opittavaa asiaa aktiivisesti, vertailee sitä muiden tietoihin ja omaa olemassa olevaan tietorakenteeseensa. Koko ryhmä oppii toisiltaan. Tapahtuumerkityksellistä oppimista eli oppimista, jossa oppilas ymmärtää asioita ulkoa opetteluun sijaan. (Lujan & DiCarlo 2006). Tällainen oppiminen vie aikaa.

Monet peleistä perustuvat yksittäisten oppilaiden tai ryhmien keskinäiseen kilpailuun. Suuri osa oppilaista kokee peliin kuuluvan suorituspaineen myönteisenä, toisin kuin opettajakeskeisessä opiskeluun liittyvän viittaamisen, vastaamisen ja mahdollisen epäonnistumisen paineen (Nemerow 1996). Luokassa saattaa kuitenkin olla oppilaita, jotka pelkäävät epäonnistumista pelissä aivan yhtä paljon kuin muissakin opetustilanteissa.

Oman oppiaineen opetuksen lisäksi opettajan tulisi tunneillaan opettaa myös ops:in aihekokonaisuuksia, kuten ihmisenä kasvamista ja siihen liittyviä sosiaalisia taitoja. Oppimispeli tulisi aina rakentaa niin, että koko luokka voi osallistua siihen samaan aikaan (Galus 2003). Tämä onnistuu esimerkiksi niin, että samaa peliä on riittävän monta kappaletta.

Uuden pelin suunnitteluun ja toteutukseen saattaa kulua yllättävän paljon aikaa, mikä voi olla opettajalle ongelma, jos työmäärä onmuutenkin suuri (Galus 2003). Pelin suunnittelua helpottaa, jos sen perusteiksi ottaa jonkin tunnetun pelin säännöt. Myös oppilaita voi pistää keksimään itse pelejä, kunhan aihealue määritellään riittävän hyvin. Jo peliä tehdessään oppilas joutuumiettimään aktiivisesti opittavan asian ja siihen liittyvien käsitteiden yhteyksiä.

Aiempia tutkimuksia oppimispelien opetuskäytöstä

Luonnontieteiden perusopetukseen on laadittu vuosikymmenien kuluessa monia pelejä, mutta vain harvojen vaikutusta oppimiseen on tutkittu Alkuaineisiin, jaksolliseen järjestelmään tai sen soveltamiseen liittyviä oppimispeliejä ovat esimerkiksi Mendelevjev-bingo (Swan 1977), alkuainebingo (Tejada & Palacios 1995), nimeämisbingo (Crute 2000), atomien päivityspeli (Cummo & Matthews 2002), jaksollinen järjestelmä-peli (Aspholm ym. 2003) ja alkuainesuunnistus (Tuomisto 2005). Näistä ainoastaan alkuainebingon pelaamisen oppimisvaikutuksia on tutkittu. Lisäksi löytyy ainakin kaksi tutkimusta luonnontieteisiin liittyvistä oppimispelieistä. Tässä luvussa kerrotaan lyhyesti näistä kolmesta tutkimuksesta.

Tejada & Palacios (1995) pelauttivatmeksikolaisilla opiskelijoilla alkuainebingoa ennen jaksollisen järjestelmän periaatteiden opettamista. Tutkimukseen osallistui 103 high school- ja 58 junior high school -opiskelijaa. Ennen peliä opiskelijoille selitettiin lyhyesti (15 min) pelin idea sekä yleisiä käsitteitä aineen rakenteesta ja alkuaineista. Peliä pelattiin 2–3 opiskelijan ryhmissä noin 20 minuutin ajan. Pelilautana käytettiin lyhyttä jaksollista järjestelmää, jossa alkuaineiden kohdat olimerkitty tyhjiin ruuduihin. Peliin kuului 44 korttia, joissa jokaisessa oli alkuaineen nimi, kemiallinen merkki ja ulkoelektronit sekä taustapuolella kolme alkuaineelle tyypillistä ominaisuutta. Kortit laitettiin pöydälle nurinpäin ja ne tuli laittaa oikeille paikoilleen niin nopeasti kuin mahdollista. Vihjeitä ei annettu. Pelin jälkeen oppilaita rohkaistiin



keskustelemaan samalla vaaka- tai pystyriivillä olevien alkuaineiden atomien rakenteellisista yhtäläisyyksistä ja eroista. Samoin heidän tuli päätellä jaksollisuudenmääritelmä täytetyn pelilaudan perusteella. Tämän jälkeen opettaja selitti jaksollisen järjestelmän rakenteen, mikä oli uusi asia opiskelijoille. Lopuksi opiskelijat vastasivat seitsemään jaksollisen järjestelmän sisältöä koskevaan kysymykseen sekä kertoivat mielipiteensä alkuainebingosta. Asteikolla 1–10 high schoolin opiskelijat saivat testistä keskimäärin 8,7 ja junior high schoolin opiskelijat 6,0. Vertailuryhmää ei tutkimuksessa käytetty. Opiskelijat pitivät pelistä, koska heidän mielestään se auttoi ymmärtämään jaksollisen järjestelmän logiikkaa ja vahvisti useiden käsitteiden osaaamista.

Nemerow (1996) käytti useaa erilaista oppimispeliä opettaessaan biologiaa amerikkalaisen high schoolin ensimmäisen vuoden opiskelijoille. Tutkimus kesti vuoden ja siihen osallistui 120 opiskelijaa. Tutkimuksessaan hän selvitti sekä kilpailuhenkisten että ei-kilpailuhenkisten oppimispelien merkitystä opetusmenetelmänä. Kilpailuhenkisiä pelejä olivat Dot-to-Dot, Review Football, Vocabulary Pyramid ja ei-kilpailuhenkisenä pelinä oli Dictator. Kaikki pelit pohjautuivat jonkin tunnetun pelin sääntöihin. Dictator-pelin avulla opiskeltiin silmien värin siirtymistä sukupolvesta toiseen. Lisäksi pelattiin roolipelejä, kuten Virus Life Cycle. Tutkimusongelman selvittämiseksi käytettiin useita eri menetelmiä. Pelipäivinä opiskelijoilta kysyttiin pelattavaan peliin liittyviä yleisiä ja yksityiskohtaisia kysymyksiä. Vastausten perusteella yli 90 prosenttia opiskelijoista oli sitä mieltä, että tutkimuksessa käytetyt oppimispelit auttoivat oppimaan. Niiden avulla oppi ennestään tuntemattomia asioita, käsitteet selkeytyivät ja onnistuminen toi lisää itsevarmuutta. Samoin yli 90 prosenttia opiskelijoista koki kilpailuhenkisissä peleissä vallitsevan myönteisen paineenmotivoivan tekemään parhaansa. Voittaminen ei kuitenkaan ollut tärkeintä. Kyselyn lisäksi jokainen oppilas kirjoitti lyhyen tekstin oppimispelikokemuksistaan. Oppilaiden kirjoituksista saatiin tulokseksi, että oppimispelit ovat sekä motivoivia että hauskoja ja oppimista tapahtuu kuin huomaamatta. Oppimispelit vaikuttivat myönteisesti erityisesti oppimishaluttomien opiskelijoiden tuntiaktiivisuuteen sekä pelin aikana että sen jälkeen tapahtuvassa opettajajohtoisessa luokkaopetuksessa. Oppilastutkimuksen lisäksi pelitilanteissa oli ulkopuolisia tarkkailijoita: toisia opettajia tai vanhoja oppilaita. Myös opiskelijoiden vanhempia haastateltiin oppimispelien merkityksestä oppimiseen.

Voyager on 9–13-vuotiaille kehitetty, satelliittitietoutta lisäävä oppimispeli (Smith 2003). Tämä korttipeli sisältää 32 korttia, joissa on jonkin satelliitin kuva, koko nimi, laukaisuvuosi, elinikä, massa, teho, kiertoaika, käyttäjämaat, lyhyt kuvaus satelliitin ominaisuuksista ja www-osoite lisätietoja varten. Kortit jaetaan 2–4 osallistujan kesken ja jokainen valitsee yhden kortin pinonsa päällimmäiseksi. Vuorossa oleva pelaaja valitsee jonkin satelliitin ominaisuuden ja siinä voittanut saa jokaisen pelaajan pää limmäisen kortin itselleen. Pelin voittaa se, joka saa kerättyä kaikki kortit itselleen. Smith tutki Voyager-pelin vaikutusta oppilaiden satelliittitietämykseen. Tutkimukseen osallistui yksi alakoulu ja kaksi yläkoulua Iso-Britanniassa, yhteensä 13 oppilasta. Oppilaat vastasivat aiheesta koskeviin avoimiin ja suljettuihin kysymyksiin ennen ja jälkeen pelaamisen. Peliaika oli keksimäärin 50 minuuttia. Tutkimustulosten perusteella selvisi, että pelin kirjalliset ohjeet olivat epäselvät ja vaativat opettajan l



säohjeistusta. Muutos oppilaiden peliä edeltävässä ja pelin jälkeisessä satelliittitietämyksessä oli kymmeniä prosentteja jokaisen kysymyksen kohdalla (15 % → 52 %, 32 % → 64 %, 70 % → 86 %, 10 % → 31 %). Suurimmalle osalle oppilaita satelliitteihin liittyvät käsitteet aukesivat ja yleissivistys lisääntyi. Voyager-pelin pelaaminen koettiin hauskaksi ja mielenkiintoiseksi.

Oppimispelit tukemaan alkuaineiden jaksollisen järjestelmän oppimista vuosiluokilla 7–9

Oppimispelien vaikutusta oppimiseen ei ole tutkittu kovinkaan paljon. Tehdyistä tutkimuksista saadut tulokset ovat kuitenkin hyvin rohkaisevia. Opetusmalliin ja oppimispelisiin liittyvän teorian pohjalta on kehitetty kaksi korttipeliä alkuaineiden jaksolliseen järjestelmään liittyvän tiedon kertaamiseksi ja järjestelmän käyttötaidon vahvistamiseksi. Korttipelit ovat nimeltään jaksollisuusdomino ja kerää kolmikko. Näitä korttipelisiä tullaan testaamaan perusopetuksen 8.-luokkalaisten opetuksessa lähitulevaisuudessa.

Saaren (1997) mukaan oppilaiden tulisi päästä itse rakentamaan malleja malleista. Kehitettyjen korttipelien korteissa on esitetty kuvin tai sanallisesti yksittäisiä osia jaksollisen järjestelmän sisältämästä tiedosta. Pelatessaan tällaista korttipeliä oppilas rakentaa samalla korttipelin korteista muiden pelaajien kanssa yksinkertaistettua tai erilaistamallia lyhyestä jaksollisesta järjestelmästä. Pelien sääntöihin on lisätty selitysvelvollisuus: Kun oppilas omalla vuorollaan laittaa kortin pöydälle, hän joutuu aina perustelemaan korttivalintansa. Selittäminen kehittää oppilaan korkeamman ajattelun taitoja. Oppilas joutuu aktiivisesti konstruoimaan jaksolliseen järjestelmään liittyvää uutta tai jo opittua tietoa ja samalla tapahtuu mielekästä oppimista. Tästä syystä oppilaalla on peleissä tietolähteenä pitkä jaksollinen järjestelmä. Alkuaineiden jaksollista järjestelmää ei tarvitse opetella ulkoa, vaan sen sisältö tulisi ymmärtää ja saada siihen hyvä käyttötaito.

Molemmat kehitetyistä oppimispelistä pohjautuvat vanhoihin tuttuihin peleihin, joissa on helpot säännöt. Yhtä korttipeliä voi pelata 2–4 henkeä kerrallaan, mutta pelikortteja on helppo valmistaa useammat niin, että kaikki luokan oppilaat voivat pelata samanaikaisesti samaa peliä.

Jaksollisuusdomino

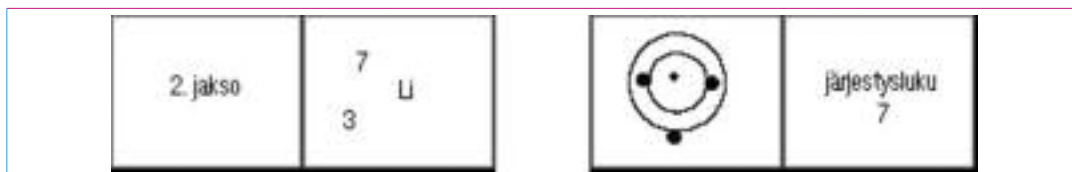
Jaksollisuusdominon periaate on sama kuin tavallisen dominon:

Dominossa on 28 kortin pakka. Pelaajilla saa olla apuna pitkä jaksollinen järjestelmä. Jos pelaajia on 2, jaetaan kummallekin 7 korttia. Jos pelaajia on 4, kukin saa 5 korttia. Loput kortit laitetaan pöydälle pakaksi taustapuoli ylöspäin. Aloitusvuoro arvotaan ennen jakamista. Aloittaja asettaa yhden korteista pelipöydälle. Pelivuoro kiertää myötäpäivään. Seuraava pelaaja yrittää aina jatkaa pöydällä olevaa korttijonoa jommastakummasta päästä kortilla, joka vastaa sisällöltään päässä olevan kortin sisältöä. Oppilaan pitää perustella korttivalintansamuille pelaajille. Ellei sopivaa korttia ole, pelaaja nostaa kortteja pakasta, kunnes löytää sopivan. Ellei pakkaa enää ole, pelivuoro siirtyy seuraavalle pelaajalle. Peli loppuu, kun joltain pelaajalta loppuvat kortit tai kukaan ei pysty asettamaan korttia pelin jatkoksi. Pelin päätyttyä las-



ketaan yhteen jokaisen pelaajan jäljellä olevien korttien määrä. Pelin voittaja on se, jolla on vähiten kortteja jäljellä.

Jokainen jaksollisuusdominon korteista on jaettu keskeltä kahteen osaan, ja molemmissa osissa on kuvana tai tekstinä jokin jaksolliseen järjestelmään liittyvä tieto. Samaa tietoa ei ole esitetty korteissa kahdesti samalla tavalla, vaan oppilaan pitää itse löytää yhteys kahden kortin välille ja perustella se myös muille pelaajille. Jos esimerkiksi pöydällä olevan korttijonon toisessa päässä on kortissa tieto 2. jakso, voi oppilas liittää siihen kortin, jossa on kuvattuna litiumin elektronirakenne (kuvio 1).



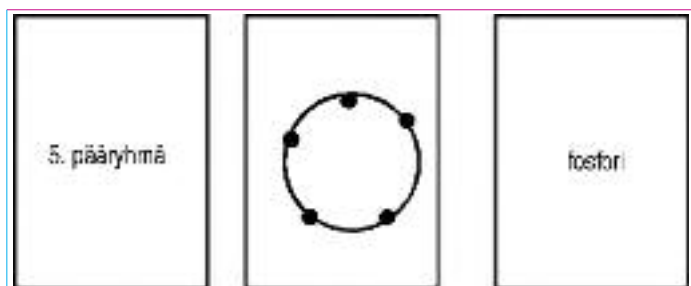
KUVIO 1. Esimerkkejä jaksollisuusdominon korteista

Kerää kolmikko-korttipeli

Kerää kolmikko perustuu löysästi Musta Pekka-korttipelin sääntöihin:

Kerää kolmikko-korttipelissä on 40 kortin pakka. Pelaajilla saa olla apuna pitkä jaksollinen järjestelmä. Jokaiselle pelaajalle jaetaan käteen 3 korttia. Pelin aloittaa korttien jakajan vasemmalla puolella oleva pelaaja ja peli jatkuu myötäpäivään. Jokainen pelaaja laittaa vuorollaan pöytään yhden kortin. Sen voi lisätä samaan ryhmään pöydällä olevien yhden tai kahden kortin kanssa tai aloittamaan uuden kolmikon. Pelaajan on perusteltava korttivalintansa muille pelaajille silloin, kun laittaa sen jo johonkin pöydällä olevista ryhmistä. Kun kortti on asetettu pöytään, nostetaan käteen pakasta uusi kortti. Oppilas, joka pystyy perustellusti laittamaan kahden kortin ryhmään kolmannen saa sen itselleen. Peli päättyy, kun joltain pelaajalta loppuu kortit. Eniten kolmikkoja kerännyt on voittaja.

Jokaisessa kerää kolmikko-korttipelin kortissa on kuvana tai tekstinä jokin jaksolliseen järjestelmään liittyvä tieto (kuvio 2). Sama tieto voi olla myös useammassa kortissa. Asettaessaan kortin pöytään oppilaan on perusteltava korttivalintansa muille, jolloin hän joutuu itsemiettimään korttien asioiden välisiä yhteyksiä ja selittämään niitä muille oppilaille.



KUVIO 2.
Esimerkkejä kerää
kolmikko-korttipelin
korteista

Loppusanat

Jaksollinen järjestelmä onmalli, jota voidaan käyttää eri tavoin. Oppimispelit tuovat uuden lähestymistavan jaksollisen järjestelmän opiskelun tueksi. Niiden vaikutus kemian oppimiseen vaatii kuitenkin tutkimusta. Lähitulevaisuudessa aiheesta on tulossa väitöskirjatutkimus.

Lähteet

Aspholm, S., Hirvonen, H., Lavonen, J., Penttilä, A., Saari, H. & Viiri, J. 2003. Aine ja energia: Kemian tutkimusvihko kurssi 2. Opettajan opas. WSOY. Helsinki.

Boulter, C. J. 2000. Language, models and modelling in the primary science classroom. Kirjassa J. K. Gilbert & C. J. Boulter (Toim.) Developing models in science education. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. 289–305.

Boulter, C. J. & Buckley, B. C. 2000. Constructing a typology of models for science education. Kirjassa J. K. Gilbert, & C. J. Boulter. (Toim.) Developing models in science education. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. 41–57.

Brendzel, S. 2004. Games that teach. Science Scope, 27. 32–33.

Crute, T. D. 2000. Classroom nomenclature games – bingo. Journal of Chemical Education, 77. 481–482.

Cummo, E. & Matthews, C. E. 2002. The atomic dating game. Science Scope, 25. 46–47.

Galus, P. 2003. Playing Games. Science Scope, 26. 33–34.

Gilbert, J. K., Boulter C. J. & Elmer, R. 2000. Positioning models in science education and in design and technology education. Kirjassa J. K. Gilbert, & C. J. Boulter (Toim.) Developing models in science education. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. 3–17.

Hautamäki, J. 1984. Peruskoululaisen loogisen ajattelun mittaamisesta ja esiintymisestä. Joensuun yliopisto. Joensuun yliopiston yhteiskuntatieteellisiä julkaisuja 1. Joensuun yliopistopaino. Joensuu.

Johnson, D. W. & Johnson, R. T. 1987. Learning together and alone. Engelwood Cliffs, NJ, Prentice Hall.

Lujan, H. L. & DiCarlo, S. E. 2006. Too much teaching, not enough learning: what is the solution? Advances in Physiology Education, 30. 17–22.

Maltese, R. 1995. The game game. English Journal, 84. 55–58.

Matthews, M. R. 1992. Teaching about air pressure: A role of history and philosophy in science teaching. Kirjassa S. Hills (Toim.) History and philosophy of science in science education. Queen's University. Kingston, Ontario. 121–133.

Nemerow, L. G. 1996. Do classroom games improve motivation and learning? Teaching and Change, 3. 356–366.

Oversby, J. 2000. Models in explanations of chemistry: The case of acidity. Kirjassa J. K. Gilbert & C. J. Boulter (Toim.) Developing models in science education. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. 227–251.

Owens, K. D., Sanders, R. L. & Murray, S. D. 1997. Playing to learn: Science games in the classroom. Science Scope, 20. 31–33.

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2004. Opetushallitus. Helsinki.

Saari, H. 1997. Mallien käyttö luonnontieteen oppimisessa ja opetuksessa. Joensuun normaalikoulun julkaisuja 10. Joensuun yliopistopaino. Joensuu.

Saari, H. 2000. Oppilaiden käsitykset malleista ja mallintaminen fysiikan peruskouluopetuksessa. Joensuun yliopiston fysiikan laitos. Väisälä-laboratorio. Tutkimuksia 22. Joensuun yliopistopaino. Joensuu.



Smith, D. R. 2003. "Voyager": an educational cardgame. *Physics Education*, 38. 47–51.

Swan, R. J. 1977. Mendeleev bingo. *School Science Review*, 59. 121.

Tejada, S. & Palacios, J. 1995. Chemical elements bingo. *Journal of Chemical Education*, 72. 1 115–1 116.

Tuomisto, M. 2005. Alkuaineiden jaksollinen järjestelmä oppimisen tukena kemian perusopetuksessa. Pro gradu-tutkielma. Helsingin yliopiston kemian laitos.

Tynjälä, P. 2002. Oppiminen tiedon rakentamisena: Konstruktivistisen oppimiskäsityksen perusteita. Tammi. Helsinki.



Kerhokeskus tiedeharrastuneisuuden tukijana

Merike Kesler
Tiina Karhuvirta

Kerhokeskus – koulutyön tuki ry, Mariankatu 15 A 11, 00170 Helsinki

Kerhokeskus – koulutyön tuki ry (www.kerhokeskus.fi) on jäsenjärjestöjensä muodostama lapsi- ja nuorisotyön palvelujärjestö, joka toimii opetuksen ja kasvatuksen alalla yhteistyössä eri toimijoiden kanssa. Kerhokeskuksen yhtenä painopistealueena on tiedekasvatuksellinen toiminta. Yhdistys järjestää tiedeleiritoimintaa, tuottaa materiaaleja tiedekerhoihin, organisoii kilpailutoimintaa sekä muita tapahtumia, tavoitteenaan monipuolistaa tiedeharrastuneisuutta. Tiedekasvatustoiminta on monitieteellistä, mutta luonnontieteellisesti painottunut. Tiedekerhot tarjoavat mahdollisuuden tukea lasten ja nuorten harrastuneisuutta, vahvistaa kiinnostusta luonnontieteisiin sekä lisätä opettajan ja oppilaan välistä vuorovaikutusta. Opettajien ja kerhonohjaajien tueksi on luotu tiedekerhosivusto (www.kerhonetti.net/tiede-kerho). Tiedekerhoverkostoon kuuluu lukuisia kemian opettajia. Kerhonettisivustolle on koottu myös sellaisia kemian ilmiöihin liittyviä kokeita, joista jokainen innostunut aikuinen voi aloittaa tiedekerhotoiminnan. Vaikka kemian kerho tarvitseekin usein erikoisvälineistöä tai tutkimusympäristöä, sen perustaminen ei saisi muodostua ongelmaksi missään. Vaikka kemian kerho koetaan usein vain kokeelliseksi kerhoksi, tutustumisen kemiaan tieteenä voi olla yhtä antoisia myös teorian tasolla.

Asiasanat:

Tiedekasvatus, tiedeharrastuneisuus, tiedekerho

Toiminnan taustaa

Kerhokeskus – koulutyön tuki ry on lapsi- ja nuorisotyön palvelujärjestö, joka toimii opetuksen ja kasvatuksen alalla yhteistyössä eri toimijoiden kanssa. Kerhokeskuksen yhtenä painopistealueena on tiedekasvatuksellinen toiminta. Tiedekasvatus määritellään monitieteelliseksi, mutta painotus on luonnontieteissä. Kokonaisuuk-sien suunnittelemisessa keskitytään poikkitieteellisyyteen ja monipuolisiin lähestymistapoihin.

Kerhokeskuksella on pitkät perinteet lasten ja nuorten tiedeharrastuneisuuden tukijana. Vuonna 1979 julkaistiin Tutki-Kokeile-Kehitä -toiminnan ohjelma. Siitä asti kilpailu on kannustanut nuoriamäärittelemään ongelmia, ratkaisemaan niitä sekä soveltamaan ratkaisuja käytäntöön. Varsinkin todella uudet ja hyödylliset ideat ovat saaneet vuosien varrella paljon huomiota. Viime vuosina myös kokeellisuus ja tutkiva ote ovat lisääntyneet kilpailutöissä. Monelle voi jäädä arvoitukseksi se, miten luovuutta ja innovatiivisuutta voi käyttää hyväkseen kemian opetuksessa tai vaikka kemian kerhossa. Vuosien varrellamonet ohjaajat ovat kuitenkin löytäneet kiintoisia aiheita ja kilpailutöiden joukossa on ollut useita kemian tutkimuksia. Muutamat näistä töistä ovat syntyneet kerhotoiminnan puitteissa ja toivottavaa onkin, että entistä useammassa kerhossa mietittäisiin tuotosten esittämistä kilpailutöiksi.



1990-luvun alussa Kerhokeskus oli mukana kehittämässä Science-kerho -materiaaleja. Julkaistujen materiaalien lisäksi järjestettiin myös koulutusta opettajille. Siitä lähtien yhdistys on ollut mukana monissa eri tiedekerhohankkeissa. Vuosien 2002–2003 tiedekerhoprojektin aikana pääkaupunki-seudulla järjestettiin monia kemian kerhoja. Voidaan todeta, että kemian kerhot ovat olleet yhdistyksen nykyisen tiedekerhotoiminnan perusta. Vuodesta 2004 alkaen yhdistyksen tiedekasvatuksellinen alue on laajentunut huomattavasti ja voidaan puhua monipuolisesta tiedekasvatuksesta, ei niinkään tiedeopetuksesta, kuten alkuvuosina. (Karhuvirta & Kesler 2006)

Toiminnan tavoitteet

Tärkeimpänä tavoitteena toiminnassa on monipuolisen tiedeharrastuneisuuden tukeminen. Tiedeharrastuneisuus voi kohdistua tiettyyn oppiaineeseen tai tutkimuskohde voi edellyttää hyvinkin poikkitieteellistä lähestymistapaa. Siksi on tärkeää, että tuotettavat materiaalit ja käytettävät menetelmät olisivat sekämielekkäitä, että tukisivat sovelluksineen jokapäiväistä elämää. Vaikka harrastustoimintaa ei ole syytä arvioida samalla tavalla kuin esimerkiksi oppituntien suorituksia, myös harrastustoiminta voi olla tavoitteellista ja johtaa arviointiin. Toiminnan tulisi siis muodostaa jatkumo, joka tukee lapsen kehitystä. Ihanteellisinta olisi, että sisällöt olisivat asteasteelta lähtien yhä enemmän monipuolisempia ja kehittyneempiä. Näin juuri lahjakkaat ja erityisesti kiinnostuneet lapset jaksavat jatkaa tiedeharrastustaan.

Opettajia ja tiedekasvattajia tulisi tukea ja yhteistyömalleja kehittää. Opettajat tuovat harrastuksien ohjaajina toimintaan vahvan pedagogisen osaamisen. Muilla toimijoilla on taas toisenlaisia vahvuusalueita. Kaikenlainen yhteistyö on mielekkäämpää kuin yksin puurtaminen.

Myös tarjottavan toiminnan jamateriaalienmaksuttomana pitäminen on erittäin tärkeää. Maksuttomuus takaa saatavuuden ja mahdollisuuden myös niille lapsille ja nuorille, joiden perheiden taloudellinen tilanne ei mahdollistaisi harrastuksiin osallistumista.

Tiedekerhot tiedeharrastuneisuuden innoittajia

Tiedekerhot ovat usealle lapselle mahdollisesti ensimmäinen aito kosketus mielekkääseen ”tieteelliseen” toimintaan. Niissä herätetään kiinnostus ja innostus. Herännyt kiinnostus taas saa jatkokerhoissa vahvistusta. Lasten lisäksi myös opettaja voi kokea uuden innostuksen ja erilaisen vuorovaikutuksen oppilaiden kanssa. Kemiakerhot tarjoavat koululaisille mahdollisuuden tutustua vaativinkin kemian saloihin kokeilemalla ja tutkimalla turvallisessa ympäristössä.

Vaikka kemian kerho tarvitseekin usein erikoisvälineistöä tai tiettyä ympäristöä, sen perustaminen ei saisi olla ongelma missään. Kerhokeskuksen tiedekasvatustoiminnassa pyritään lapsille ja nuorille tarjoamaan mahdollisimman laajoja sisältöjä myös kemian aihealueiden harrastamiseen. Vaikka kemian kerho koetaan usein vain kokeelliseksi kerhoksi, kemiaan luonnontieteenä tutustuminen voi olla yhtä antoisaa myös teoreettisella tasolla. Kemian ja muidenkin luonnontieteiden sekä matematiikan



kan opiskeluun liittyy työläitä vaiheita, joissa vaikeita kaavoja tai yhtälöitä on opitava. Vain innostunut lapsi ja nuori jaksaa puurttaa vaikeidenkin asioiden kanssa.

Kerhokeskuksella on pitkät perinteet myös tiede- ja teknologialeirien järjestäjänä. Viime vuosina on haluttu tuoda leirisisältöihin entistä enemmän myös tieteellistä näkökulmaa sekä tieteen linkittämistä teknologiaan. Tiedeleiri onkin varsin luonteva jatko nuorelle innokkaalle tiedekerholaiselle. Osallistujat valitaan leirille hakemusten perusteella ja on ollut hienoa kokea, miten perustellusti jo 9. luokkalaiset osaavat tuoda kiinnostuksensa esille. On huomattu kuitenkin myös, että parhaan kokemuksen leirillä saa hiljaiset puurtajat, jotka pääsevät leirillä todella näyttämään osaamistaan, päästyään pois tavallisesta kouluympäristöstä.

Innostunut ohjaaja – innostunut lapsi

Laman jälkeisessä Suomessa kerhotoimintaa supistui merkittävästi. Vaikka lamasta on toivuttu, kerhojen määrä ei ole palanut entiselle tasolle. Viimeisen reilun kymmenen vuoden aikana on kehittynyt tilanne, jossa opettajiksi valmistuu henkilöitä, jotka eivät enää itse ole saaneet osallistua koulukerhoihin. Koulukerhoperinne näyttäisi häviävään. Erilaisten kyselyiden tuloksena on kuitenkin selvinnyt, että koulukerhoja muistetaan ja niitä myös järjestettäisiin, jos siihen löytyisi resursseja. Harmittavan moni on todennut, että myös innostuneisuus on hukassa niin opettajilta kuin oppilailtakin. (Kesler 2006)

Edellä kuvattu tilanne tuottaa materiaalien tekijöille oman haasteen. Miten materiaaleista saadaan niin houkuttelevia ja yksinkertaisia, että opettajan olisi helppoa tarttua niihin? Tiedekerhosivustolla on esitetty monia kerhokokonaisuuksia, joiden toivotaan olevan riittävän yksinkertaisia ja houkuttelevia. Vuosien 2002–2003 Kemianteollisuus ry:n ja muiden toimijoiden kanssa yhdessä järjestetyn projektin aikana tuotettiin ensimmäinen kemian kerhon materiaali, joka noudatti kuuden kerhokerhan mallia. Huomattiin, että kuuden kerhokerran kokonaisuus on riittävän monipuolinen ja lyhytkestoinen aloittelevalle kerhonohjaajalle. Jokainen kerta on suunniteltu 1–2 tunnin mittaiseksi ja se sisältää taustamateriaalia opettajalle, kokeellisia tehtäviä, aiheita keskusteluun, jatkotutkimusideoita ja muuta materiaalia. Ne, jotka haluavat ohjata kerhoa koko lukuvuoden, voivat luontevasti valita peräkkäisiä kuuden kerhokerran kokonaisuuksia. Taitavat ja pitkäaikaiset ohjaajat ovat koonnet tiedekerhosivuston materiaaleista omia kerhokokonaisuuksia. Moni opettaja on löytänyt sivustolta monipuolisia tehtäviä myös oppitunneilleen.

Mahdollisuuksien mukaan järjestetään ohjaajien koulutusta ja pyritään laajentamaan tiedekerhonohjaajien verkostoa. Tiedekerho-ohjaajien verkostoa tarvitaan, koska varsin monipuoliset opettajien verkostot eivät välttämättä palvele niitä tiedekerhonohjaajia, jotka eivät ole opettajia.

Tiedekerhosivusto ohjaajan tukena

Opettajien ja kerhonohjaajien tueksi luotu tiedekerhosivusto löytyy Kerhokeskuse-nylläpitämästä Kerhonetti-portaalista (www.kerhonetti.net/tiede-kerho). Kerhonet-



tisivustolle on koottu myös sellaisia kemian aihealueen kokeita, joilla jokainen innostunut aikuinen voi aloittaa tiedekerhotoiminnan. Kerhokokonaisuuksien lisäksi sivut sisältävät monipuolisia vinkkejä ja materiaalipankkeja. Sivustoja täydennetään ja päivitetään jatkuvasti – vaativakin kerhonohjaaja löytää monipuolisia vinkkejä reilun kuudensadan työohjeen joukosta.

Tilastot osoittavat, että tiedekerhosivut on löydetty ja palautteenmukaan ne ovat toimivia ja tarkoitustaan vastaavia. Sivuston käyttö on vapaa ja maksutonta. Vaikka suuri osa tiedekerhojen tehtävistä on yksinkertaisia ja helposti toteutettavissa, ne on tarkoitettu aikuisille ohjaajille ja lasten ja nuorten toimimista ohjeiden mukaan on valvottava ja ohjattava.

Tiedekerhosivuston rakenne:

Tervetuloa tiedekerhosivustolle
Tiedekerhon perustaminen – vinkkejä aloittelijoille
Teemakokonaisuuksia tiedekerhoon
(kerhokokonaisuudet sisältävät ideoita 6–7 kerhokerran käsittelemiseen
ja jokaiselle kerhokerralle on suunniteltu 1–3 kokeellista tehtävää)
Biologiaa
Fysiikkaa
Tarkkaillaan säätä
Matematiikkaa I
Matematiikkaa II
Kemiaa I
Kemiaa II
Teknologiaa
Kerhotehtäviä 5...8-vuotiaille
Avaruus
Metsäkerho I
Metsäkerho II
Maantieto
Linkkihaku hakusanalla
(hakusanat johtavat eri kohteisiin, joista löytyy kokeellisia vinkkejä
kyseisen aiheen käsittelemiseen)
Vinkkipalsta
Ideatori
Vesiteema tiedekerhossa
Interaktiivinen tiedekerho
Välineitä tiedekerhoon
Laboratoriokortti
Miten haet rahoitusta tiedekerholle koulun ulkopuolelta
Tiedotuskirje vanhemmille
Tiedekirjoja
Tilaukset
Raportointi
Tieteet tutuksi pakkaukset
Tiedekerhojen verkosto
Ajankohtaista
Tekijät
Anna palautetta!



Lähteet

Karhuvirta, T. & Kesler, M. 2006. Kilpailutoiminnasta tiedeharrastuneisuuden herättämiseen. Kerhokeskus – koulutyön tuki ry.

www.kerhokeskus.fi/easydata/customers/kerhokeskus/files/juhlavuosi_2007/tiedekasvatusta_kerhokeskuksessa.pdf

Kesler, M. 2006. Tiedeopetusta tukevan toiminnan selvitys. Kerhokeskus – koulutyön tuki ry. 2006

www.kerhokeskus.fi/easydata/customers/kerhokeskus/files/liitetiedostot/Tiedeopetusta_tukevan_toiminnan_selvitys.pdf



Ksenonit-virtuaalikerho lasten innoittajana

Jenni Västinsalo & Maija Aksela,
Kemian opetuksen keskus, kemian laitos, Helsingin yliopisto
<http://www.helsinki.fi/luma/ksenonit>

Lasten luonnontieteellinen virtuaalikerho on toiminut Internetissä marraskuusta 2003 lähtien. Se on Kemian opetuksen keskuksen suunnittelema, toteuttama ja koordinoima hanke, jonka tarkoituksena on avata lapsille ovet luonnontieteiden ihmeisiin kiinnostavasti ja ennen kaikkea hauskasti. Virtuaalikerhotoiminta aloitti toimintansa kemian aihepiireissä, mutta on nykyisin koko LUMA-keskuksen hanke. Kerho toimii virtuaalisena Internetissä ja on avoin ja maksuton kaikille kiinnostuneille ympäri Suomen. Sen lähtökohtana on rohkaista lapsia luonnontieteellisten harrastusten pariin, sekä alentaa kynnystä kysyä ja ihmetellä asioita. Tärkeintä on, että lapsi kokee tutkimisen riemun ja oivalluksen ilon ja näin ollen kasvattaa kiinnostustaan ympäröivää maailmaa kohtaan ja haluaa oppia siitä lisää. Ksenonit-sivustolta löytyy ideoita ja vinkkejä tutkia asiaa käytännössä erilaisten teemoihin sopivien töiden ja puuhien avulla. Virtuaalikerhomateriaalia voi käyttää sovellettuna myös kouluissa ja kerhoissa.

Ksenonit tiedekerho – jokaisen kerho

Ksenonit kerhon toiminta perustuu kaikille avoimuuteen. Sitä ei ole sidottu aikaan eikä paikkaan ja näin ollen suomenkieltä taitavat lapset voivat suorittaa kuukausittaisia tehtäviä ja puuhia missä päin maailmaa tahansa. Kerho ei myöskään kustanna klubilaisille mitään. Lapset voivat halutessaan raportoida tekemiään töitä kerhomaskotti Jipolle, joka palkitsee raportin tehneet lapset pienillä tuotepalkinnoilla. Raportteja pystyy lähettämään myös sähköpostitse, joka mahdollistaa nopean ja maksuttoman osallistumisen kerhotoimintaan. Ensisijaisesti kerho on suunnattu alakouluikäisille mutta mikään ei estä siitä vanhempien tai nuorempien osallistumista. Tosin on suositeltavaa, että pienten lasten vanhemmat auttavat ja valvovat tehtävien suoritusta. Tehtävät ja sisältö suunnitellaan niin, että mahdollisimman suurelle ikä-aitarille on mielekästä tehtävää ja luettavaa. Ideana on, että jokaisen työn pystyy suorittamaan kodista löytyvillä tai päivittäistavara kaupoista helposti saatavilla aineilla ja välineillä. Työt eivät myöskään sisällä vaarallisia aineita. Toisinaan tehtävissä tarvitaan muun muassa sähkölevyllä lämmitystä tai veitsellä leikkaamista, jolloin aina selkeästi tehtävän annossa kehoitetaan aikuista avustamaan ja valvomaan. Työturvallisuus on tärkeä asia myös kotona työskennellessä.

Ksenonit-tiedekerho opetuksen tukena

Kerho on ensisijaisesti suunnattu lasten oman harrastuneisuuden tueksi, mutta sillä on hyvät puitteet toimia myös kemian opetuksen tukena sekä erilaisten tiedekerhojen materiaali pankkina. Keväällä 2007 oli tammikuun teemana sähkö, joka kuuluu myös perusopetuksen luokkien 5–6 opetussuunnitelmaan. Aineet ympärillämme osioon liittyviä teemoja ovat 2005 toukokuun ja 2006 marraskuun teemat ilma sekä



2004 syyskuun ja 2006 syyskuun teematmaaperä. Ksenonit-sivustonmateriaaleja voi käyttää elävöittämään opetusta sekä monipuolistamaan tunteja. Ne auttavat motiivoinnissa ja ovat hyviä antaa kokeellisiksi kotitehtäviksi. Työt ovat suurimmaksi osaksi nopeita valmistella ja suorittaa, mikä mahdollistaa niiden ripottelun monipuolisesti tuntien osiksi.

Ksenonit-virtuaalikerhon tehtävien avulla oppimista on myös tutkittu. Elin-aNurmisen (Nurminen 2005) pro gradu -tutkielman Tutkiva lähestymistapa lasten kemian oppimisen tukena Ksenonit -virtuaalikerhossa -tutkimusosuudessa kehitettiin tutkivaan lähestymistapaan pohjautuvia kokeellisia tehtäviä KSENONIT-sivustolle aihealueelta "Maan aarteet" ja analysoitiin sisällönanalyysimetodia käyttämällä lasten lähettämiä raportteja (N=46) töiden kemian tavoitteiden pohjalta. Tutkimuksessa kehitetty materiaali kannustaa lapsia toimimaan, havainnoimaan, päättelämään sekä etsimään ja soveltamaan tietoa. Tutkimustehtävissä keskitytään kemian makrotason ilmiöihin. Kehitetyt tehtävät tukivat lasten kemian oppimista erityisesti havaintojen pohjalta tehtävässä päättelyssä. Johtopäätöksien ja sovelluksien tekeminen oli lapsille vaikeampaa, samoin tiedonhakutehtävät. Lapset saavuttivat tavoitteena olleet kemian sisällöt varsin hyvin. Raporteista ja saadusta palautteesta voidaan myös päätellä, että KSENONIT-virtuaalikerhon tutkimustehtävät innostavat lapsia kemian ilmiöiden tutkivaan oppimiseen.

Teemat ja sisältö

Joka syksy ja kevät on Ksenoneissa yhtenäinen teema, jonka ympärille kuukausittaiset paketit rakentuvat. Kerhossa on tarkoitus tarkastella luonnontieteitä mahdollisimman avoimesti ja monipuolisesti. Asiat on selitetty yksinkertaisesti, jotta pienikin lapsi pystyy ymmärtämäänmistä on kyse. Se kannustaa lasta itse pohtimaan syitä ja seurauksia, ennustamaan tuloksia sekä miettimään syitä ilmiöille. Lasta opetetaan myös kyseenalaistamaan tuloksiaan ja miettimään niiden oikeellisuutta. Heille annetaan eväitä pohtia ennalta, mikä ratkaisu saattaisi olla ja tarkastelemaan sen valossa omien tuloksiensa onnistuneisuutta. Ksenonit-kerhon perimmäinen tarkoitus on tehdä luonnontieteistä lapsille kiinnostava jokapäiväinen asia. On tärkeitä jatkossa, että lapsi pystyy näkemään luonnontieteet kiinteästi osana arkipäivää. Usein koulussa koetaan muun muassa kemia ja fysiikka vaikeaksi niiden kuvittelun jokapäiväisestä maailmasta irtonaisuuden vuoksi. Ksenoneissa osoitetaan, että luonnontieteet ovat läsnä niin keittiössä, ihmiskehon toiminnassa kuin luonnon ilmiöissäkin.

Sivuston ulkoasu on suunniteltu lapsia silmällä pitäen. Värit ovat iloiset ja fonttikoko suurta. Tekstin määrä on pyritty pitämään kohtuullisena ja kieli helposti ymmärrettävänä. Sivuja värittävämyösmonet niin piirretyt kuin valokuvatukin kuvat.

Keväällä 2007 Ksenonien kantavana teemana oli Terveelliset elämäntavat. Aiheen kautta lapsia kannustetaan itse miettimään terveellisempiä vaihtoehtoja jokapäiväiseen elämään. On tärkeätämuistuttaa että, terveellisen ruokavalion tärkein lähtökohta on monipuolisuus. Jopa alakouluikäiset voivat miettiä laihdutuskureja ja toisinaan noudattavatkin niitä. Tällöin on tärkeä kertoa mitä kasvava lapsi tarvitsee saadakseen kaikki tärkeät ravintoaineet. Hampaiden huolto saa myös paljon



huomiota virvoitusjuomien ja makeisten kasvattaessa suosiotaan jatkuvasti. Lapset saivatmyös pohtia omia liikunta tottumuksiaan jamiettä, ovatko ne riittävät jamiä he mahdollisesti voisivat tehdä parantaakseen tilannetta. Kaikkiin terveydellisiin aiheisiin on liitetty luontevasti mukaan jokin luonnontieteellinen ilmiö, kuten hampaiden hoidossa happojen ja emästen toiminta.

Sivujen kautta lapsilla on myös mahdollisuus kysyä mieltään askarruttavia asioita. Erillisellä palstalla julkaistaan kuukausittain muutama vastattu kysymys. Lapsille vastaillaan myös henkilökohtaisesti sähköpostin kautta, jos he liittävät mukaan sähköpostiosoitteen. Lasten lähettämät kysymykset auttavat myös kehittämään sivuston sisältöä ja teemoja sen mukaisiksi mikä lapsia kiinnostaa.

Lapset saavat tehdä sivuille omia kirja-arvosteluja lukemistaan teoksista. Arvostelut julkaistaan verkossa vanhempien luvalla. Myös raportteja voidaan laittaa muiden luettavaksi, kunhan niissä on selkeästi ilmoitettu lupa julkaisuun.

Ksenonien kysymyspalsta

Ksenonit-sivustolla on mahdollisuus kysyä kerhomaskotti Jipolta mieltä askarruttavia kemiaan ja luonnontieteisiin liittyviä kysymyksiä. Näihin vastaavat eri alojen osaajat. Osa kysymyksistä julkaistaan vastauksineen Internetissä, osaan taas vastataan henkilökohtaisesti jos sähköpostiosoite on liitetty mukaan. Kysymyksiä tulee kuukausittain keskimäärin 25 kappaletta. Kysymyspalstan idea on tukea lasten innostusta ja harrastuneisuutta ja vastata kysymyksiin, joihin lapsi ei oman etsinnän jälkeen ole löytänyt tyydyttävää vastausta. Kysymyspalstalla ei ole tarkoitus antaa vastauksia läksytehtäviin tai tehdä esitelmiä kouluun oppilaiden puolesta. Mahdollisimmanmoneen kysymykseen pyritään vastaamaan kuukausittain asiantuntijoiden avulla. Kysymykset ovat usein hyvin haastavia ja vastauksen pelkistäminen lapsen tasolle on usein vaikeaa.

Esimerkkejä kysymyksistä:

- Nimimerkki Aapo kysyy: Jos veden kiehumispiste on 100°C, miksei ihmisessä oleva neste ala kiehua 100 asteisessa saunassa?
- Nimimerkki Jemina kysyy: Mikä on salama?
- Nimimerkki Atte kysyy: Miksi ihmiselle tulee ryppyjä, kun se vanhenee?

Ksenonien tulevaisuus

Jatkossa Ksenonit tiedekerhoa laajennetaan tarkastelemaan enemmän myös muita luonnontieteitä. Tällä halutaan luoda lapsille luonnontieteiden kannalta yhtenäinen maailman kuva ja häivyttää tiukkoja tieteiden välisiä rajoja. On antoisaa osoittaa kuinka läheltä ne loppujen lopuksi toisiaan sivuavat. Hedelmällisintä on antaa yhdestä aiheesta näkökulma mahdollisimman monen luonnontieteen kannalta. Ensimmäisenämonitieteellisenä teemana tulee syksyllä 2007 olemaan luonnontieteiden historia, jossa käsitellään kemian, fysiikan, biologian jamaantieteen käännekohdita innostavasti ja opettavaisesti. Luonnollisesti jokaisesta aihealueesta tulee kuukausittain tehtäväksi kokeita ja puuhia.



Ksenonit-tiedepäivä

Vuosittain kerhon pohjalta järjestetään lapsille Kumpulän kampuksella Ksenonit-tiedepäivä. Tuolloin kerhon jäsenet ja kaikki muutkin halukkaat ovat kutsutut tutkimaan ja kokeilemaan mitä tiede on käytännössä. Päivillä lapsille järjestetään pajoja, joita he kiertävät oppaan johdolla. Jokaisessa pajassa on järjestäjät, jotka ovat kehittäneet lapsille hauskaa tekemistä. He saavat kokeilla kemian töitä oikeissa laboratorioissa, tutustua matemaattisiin pulmiin sekä kummastella fysiikan ihmeitä alan osaajien johdolla. Päivään ovat lämpimästi tervetulleita myös vanhemmat. Lapsille on usein hyvin tärkeää, että vanhemmat osallistuvatmyös ja näkevätmitämahtavaa laboratoriossa saa aikaiseksi. Ksenonit päivänä tehtävät työt ovat Ksenonien idean mukaisesti helppoja ja turvallisia toteuttaa, mutta ovat innostavia sekä positiivista hämmästyästä aiheuttavia. Päivä onmyös oivallinen tilaisuus kerholaisten tavata toisiaan sekä muita luonnontieteistä innostuneita. Ksenonit tiedepäivä on kerhon tavoin maksuton.

Lapsen oppimisen ilo on jokaisen asia

Aito kiinnostus, positiiviset kokemukset ja ahaa-elämyksetmotiveivat oppimaan. On jokaisen aikuisen niin opettajan, kerhoveittäjän kuin vanhemmankin velvollisuus luoda lapselle mahdollisuus iloita uuden oppimisesta. Ksenonit-virtuaalikerho tarjoaa oivalliset puitteet luonnontieteiden oppimismotivoinnin saralta. Helpot, mutta kehittävät tehtävät antavat jokaiselle mahdollisuuden kokea onnistumisen riemun. Esitettäessä asiat ja ilmiöt riittävän kiinnostavasti ja hauskasti, oppii lapsi paljon lähes huomaamattaan. Kun innostus on kerran herännyt, sujuu jatkossakin oppiminen iloisesti ja motivoituneesti.

Loppusanat

Tiedekasvatusta tulee tehostaa kaikilla asteilla ja kansalaisten mahdollisuuksia perehtyä tieteeseen ja teknologiaan lisätä (Opetusministeriö 2004). Ksenonit-virtuaalikerho on yksi mahdollisuus tukea tiedekasvatusta. Onnistumisen iloa ja elämyksiä Ksenoneista!

Lähteet

Ksenonit-virtuaalikerho 2007. LUMA-keskus, Helsingin yliopisto.
<http://www.helsinki.fi/luma/ksenonit>

Nurminen, Elina 2005. Tutkiva lähestymistapa lasten kemian oppimisen tukena Ksenonit-virtuaalikerhossa. Pro gradu -tutkielma. Kemian opettajankoulutusyksikkö, kemian laitos, Helsingin yliopisto.
<http://www.helsinki.fi/kemia/opettaja/tutkimus/opinnaytetyot/pg-enurminen.htm>

Tiede ja yhteiskunta -työryhmän muistio 2005. Opetusministeriön työryhmämuistioita ja selvityksiä 2004:28
http://www.minedu.fi/export/sites/default/OPM/Julkaisut/2004/liitteet/opm_213_tr28.pdf?lang=fi



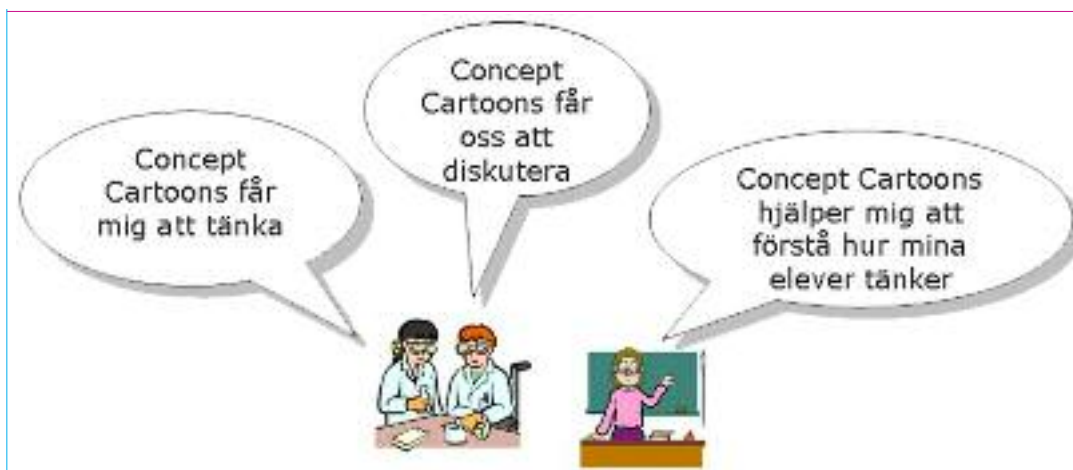
Concept cartoons eller begrepps-bubblor i kemiundervisningen – en utmaning för tänkandet

Berit Kurtén-Finnäs
Kemididaktiskt Resurscentrum, Pedagogiska
Fakulteten vid Åbo Akademi, Vasa

Concept cartoons eller begrepps-bubblor är ett redskap i en undervisning utgående från ett konstruktivistiskt perspektiv. Utgångspunkten är elevernas alternativa uppfattningar om naturvetenskapliga fenomen. Begrepps-bubblor främjar elevernas diskussioner och en lärandesituation där eleverna utvecklar sin förståelse i samverkan med andra elever.

Nyckelord:

Concept Cartoon, begrepps-bubblor, alternativa uppfattningar



FIGUR 1. Concept Cartoons betydelse i undervisningen

Vad är en Concept Cartoon – begrepps-bubbla?

Concept cartoons eller begrepps-bubblor (den svenska termen har introducerats i Oktetten, arbetsbok 1, lärarhandledning), är tecknade serierutor som behandlar något vardagligt naturvetenskapligt fenomen eller begrepp. Rutan innehåller en frågeställning, t.ex. "Vad består bubblorna av då vatten kokar?" eller "blir pizzan lättare då den avger doft?". Olika "röster" i bilden ger olika svar på den ställda frågan. Svaren representerar olika alternativa uppfattningar av fenomenet. Det fenomenet som en begrepps-bubbla behandlar bör vara ett fenomen där man vet att det existerar alternativa uppfattningar och att olika barn eller unga förklarar fenomenet på olika sätt.

Bakgrund

Brenda Koegh och Stuart Naylor, lärarutbildare vid Manchester Metropolitan University, introducerade Concept Cartoons, eller begrepps-bubblor, 1995 inom lärarutbildningen. Som lärarutbildare hade de upplevt att blivande klasslärare hade svår

righetermed att förstå naturvetenskapliga begrepp och fenomen. Koegh och Naylor ville skapa någonting konkret som samtidigt utmanade studenternas tänkande och gav dem underlag för att diskutera. Studenterna tog med sig idén till sin egen undervisning och började utveckla och använda Concept Cartoons i sin egen undervisningspraktik.

Användningen av begreppsbubblor inom undervisningen av naturvetenskap i lågstadiet har visat sig vara effektiv genom att begreppsbubblorna stimulerar elevernas tänkande och deras diskussion i klassen. Eleverna upplever dem i allmänhet positivt och de hjälper eleverna att fokusera på fenomenet. Samtidigt ger det eleverna möjlighet att argumenterar och försvarar sina egna ståndpunkter. Diskussionerna kan leda till att eleverna engagerar sig i egna undersökningar för att få underlag för sina argument.

Med hjälp av begreppsbubblor kan eleverna även komma underfundmed hur de själva tänker. Begreppsbubblorna kan bidra till att skapa ett klassrumsklimat där eleverna kan känna att det är accepterat med alternativa uppfattningar. Begreppsbubblor hjälper också läraren att komma underfundmed hur deras elever tänker och att beakta elevernas alternativa uppfattningar i sin undervisning.

Användning

Begreppsbubblor kan i undervisningen användas för att introducera ett fenomen eller ett begrepp. Fenomenet bör då vara sådant att eleverna på något sätt kommit i kontaktmed det tidigare så att de har någon formav uppfattning omfenomenet. Det bör också vara ett fenomen där man vet att det existerar alternativa uppfattningar. Eleverna bör ha möjlighet att i mindre grupper (3–6 elever) diskutera kring bilden, så att varje elev har möjlighet att uttrycka sin egen förståelse. Diskussionen kan sedan fungera som grund för undersökningar och experiment kring fenomenet för att eleverna skall utveckla sin naturvetenskapliga förståelse av fenomenet.

Begreppsbubblor kan användas på alla stadier, från lågstadiet till gymnasiet och inom fortbildning av vuxna.

Hur får man tag på Concept Cartoons?

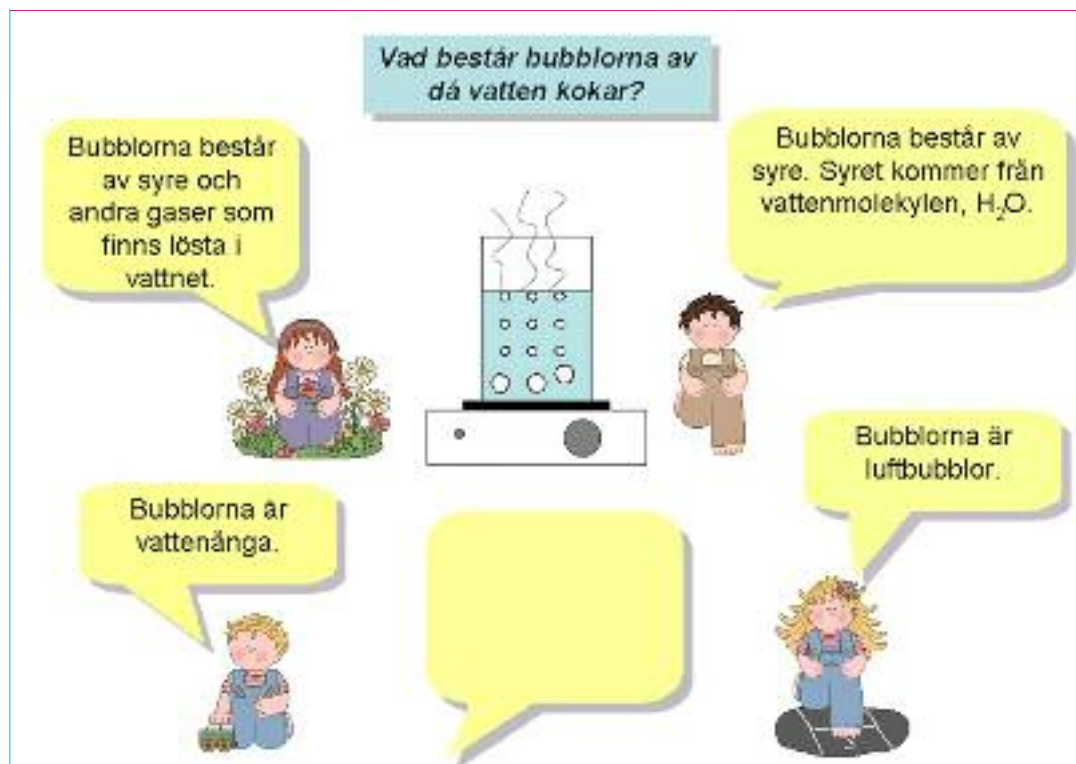
Brenda Kroegh och Stuart Naylor har själva producerat ett antal Concept Cartoons (engelska) som delvis finns på Internet, www.conceptcartoons.com. Man kan också tillverka egna begreppsbubblor på basen av egna erfarenheter av elevers alternativa uppfattningar eller utgående från forskning kring alternativa uppfattningar.

De förklaringar somanges på begreppsbubblan bör på något sätt vara rimliga eller troliga. Någon av förklaringarna bör helst vara naturvetenskapligt accepterad, framför allt omman använder begreppsbubblor i lågstadiet. En begreppsbubbla kan gärna även innehålla en tom”pratbubbla” så att eleverna kan skriva in alternativ som inte finns färdigt på bilden.





FIGUR 2. Begreppsbulbba; Förbränning av stålull



FIGUR 3. Begreppsbulbba; Vatten kokar

Referenser

Keogh, B, Naylor S., de Boo, M. & Feasey, R. 1999. Formative assessment using Concept Cartoons: initial teacher training in the UK. Paper presented at the 2nd Conference of the European Science Education Research Association Conference, Kiel, Germany, August 1999.

Kurtén-Finnäs, B., Molander, O., Røj, S. & Vuori, S. 2007. Oktetten. Arbetsbok 1, lärarhandledning (andra tryckningen; under arbete). Söderströms Förlag.

Naylor, S., Downing, B. & Keogh, B. 2001. An empirical study of argumentation in primary science, using Concept Cartoons as the stimulus. Paper presented at the 3rd Conference of the European Science Education Research Association Conference, Thessaloniki, Greece, August 2001.

http://www.conceptcartoons.com/index_flash.html

<http://www.skolutveckling.se/notnavet/kemi/kemiskafferiet/>



Hiilihydraattien kemian opetus terveystietämykseltä

Salla Piipponen & Maija Aksela

Kemian opettajankoulutusyksikkö, kemian laitos, Helsingin yliopisto

Hiilihydraatit ovat yksi aiheisällöistä perusopetuksen valtakunnallisissa kemian opetussuunnitelman perusteissa vuosiluokille 7–9. Aihe tarjoaa opettajalle hyvän mahdollisuuden käsitellä hiilihydraatteja myös ihmis- ja terveystietämyksessä. Ajankohtaisen terveystietämyksen on todettu useissa tutkimuksissa kiinnostavan oppilaita sukupuolesta riippumatta. Tässä artikkelissa käsitellään kehittämistutkimusta ja sen tuloksia, jossa kehitettiin aiheeseen soveltuvaa, terveystietämyksen näkökulman huomioivia, kokeellisia työohjeita.

Avainsanat:

Kemia, perusopetus, hiilihydraatit, terveystietäminen, kontekstuaalisuus, ymmärtäminen

Hiilihydraatit kemian opetuksessa ja terveystietämyksessä

Hiilihydraatit on mielenkiintoinen kemian aihe, joka tarjoaa opettajalle hyvän mahdollisuuden integroida terveystietämykseltä kemian opetukseen. Hiilihydraattiaihetta voidaan lähestyä monipuolisesti oppilaita kiinnostavan terveystietämyksen ja ihmistietämyksen kautta (mm. Jenkins & Pell 2006). Ihmistietäminen on havaittu oppilaita keskimääräistä kiinnostavammaksi kontekstiksi (mm. Lavonen ym. 2005).

Hiilihydraatit ja terveystietäminen opetussuunnitelman perusteissa

Viidennellä ja kuudennella luokka-asteella kemian ja fysiikan opetukseen integroidaan terveystietämyksen opetus. Näillä luokka-asteilla hiilihydraatit tulevat esille kokonaisuudessa aineet ympärillämme kohdassa elinympäristöön kuuluvien aineiden ja tuotteiden alkuperä. (Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2004) Vuosiluokilla 7–9 kemian opetussuunnitelmassa keskeisissä sisällöissä on kokonaisuus elollinen luonto ja yhteiskunta. Kokonaisuudessa on erikseen mainittuna hiilihydraatit (sekä muut ravintoaineet), niiden koostumus ja merkitys ravintoaineina sekä teollisuuden raaka-aineina.

Peruskoulun kolmella viimeisellä vuosiluokalla opetuksessa yhtenä tavoitteena on, että oppilas oppii soveltamaan omia tietojaan käytännön tilanteissa ja valinnoissa. Ravitsemus on hiilihydraattien kohdalla yksi tällainen kemian ja terveystietämyksen asiakokonaisuuksia yhdistävä käytännön tilanne, jonka oppilas kohtaa päivittäin. (Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2004)

Valtakunnallisen opetussuunnitelman perusteet eivät ohjeista toteuttamaan terveystietämykseltä tietystä tavalla hiilihydraattien kemian opetuksessa. Kunta- ja koulu- ja koulukohtaisissa opetussuunnitelmissa terveystietäminen voidaan nostaa enemmän esiin ja voidaan sopia tiettyjä linjoja sen opetukseen. Terveystietämyksen käsittelyyn kemian tunnilla vaikuttaa eniten aineen opettaja ja saatavilla oleva materiaali. Tarvitaan kemian opetuksen tueksi uusia materiaaleja, joissa terveystietämysnäkökulma on huomioitu.



Kontekstuaalinen oppiminen ja hiilihydraattien kemian opiskelu

Hiilihydraattien opiskelu terveystieteiden näkökulmasta on kontekstuaalista oppimista. Kontekstuaalisen oppimisen perusperiaatteena tulisi olla aiheen tuominen kiinnostavalla tavalla lähelle oppilaan omaa elämää (Gilbert 2006). Kontekstuaalinen opetustapa voi motivoida oppilasta kemian opiskeluun jos hän havaitsee kemian olevan kiinnostavaa ja hyödyllistä hänelle itselleen. (Pilot & Bulte 2006). Käsitteet motivaatio ja kiinnostus liittyvät siten keskeisesti kontekstuaaliseen oppimiseen (Lavonen 2006). Kontekstuaalisesta oppimisesta on saatu lupaavia tutkimustuloksia: Bennettin 2003 tekemän tutkimuksen mukaan oppilaiden havaittiin muodostavan paremmin yhteyksiä heidän arkielämänsä ja luonnontieteiden välille kontekstuaalista opetusta käytettäessä (Gilbert 2006).

Kokeellisuus ja hiilihydraattien kemian opiskelu

Nykyisen perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden mukaan kemian opetuksen tulee pohjautua kokeelliseen lähestymistapaan. Kokeellisuuden tavoitteena on muun muassa auttaa oppilasta omaksumaan uusia luonnontieteellisiä käsitteitä, periaatteita ja malleja. Kokeellisuutta kouluopetuksessa on tutkittu paljon. Yleisesti kokeellisuuden ajatellaan auttavan oppilaita hahmottamaan luonnontieteiden luonnetta ja helpottavan käsitteiden sekä periaatteiden oppimista. Kokeellisuuden avulla oppilaiden kiinnostuksen ja motivaation sekä positiivisen asennoitumisen kemian kohtaan ajatellaan kasvavan (Lavonen & Meisalo 2005b). Parhaimmillaan kokeellinen oppimisympäristö tarjoaa erinomaisen mahdollisuuden hiilihydraattien mielekkäälle, merkitykselliselle oppimiselle, jossa oppilas harjaantuu korkeamman tason ajattelutaitojen käyttöön (mm. Aksela 2005).

Tutkimus

Kehittämistutkimuksen Hiilihydraattien kemiaa terveystieteiden näkökulmasta perusopetuksessa tavoitteena oli kartoittaa terveystieteiden ja kemian suhdetta hiilihydraattiaiheessa sekä luoda kemiaa ja terveystietoutta yhdistävää, motivoivaa opetusmateriaalia ensisijaisesti perusopetuksen luokkien 7–9 oppilaiden käyttöön.

Tutkimusta ohjanneet tutkimuskysymykset olivat

- Miten terveystieteiden opetus on integroitu hiilihydraattien kemian opetukseen? (Miten terveystieteiden opetus on integroitu peruskoulun kemian opetukseen? Miten terveystieteiden opetus on integroitu lukion kemian opetukseen?)
- Millaiset tehtävät tukevat hiilihydraattien kemian oppimista terveystieteiden opetuksessa? (Millaiset tehtävät aktivoivat hiilihydraattien kemian ymmärtämiseen ja soveltamiseen? Miten tehtävät tukevat asetettuja tavoitteita kemian opettajien näkökulmasta? Millainen materiaali on mielekästä aiheen opiskeluun?)

Tutkimus suoritettiin neljässä vaiheessa:

- 1) Tarveanalyysi perusopetuksen luokkien 7–9 ja lukion kemian oppikirjojen pohjalta sisällönanalyysimenetelmällä
- 2) Oppimateriaalin suunnitteleminen peruskoulun kemian opetuksen käyttöön hiilihydraatti-aiheesta, terveystieteiden näkökulmat huomioiden



- 3) Suunnitellun oppimateriaalin arvioiminen
- 4) Oppimateriaalin edelleen kehittäminen. Oppimateriaalia arvioivat kemian opettajat ja opettajaksi opiskelevat työopajassa Kemian opetuksen päivillä 2007

Tarveanalyysin tuloksia

Tarveanalyysi osoitti, että oppikirjoissa esiintyneet hiilihydraattitehtävät oli harvoin integroitu terveysteemaan ja arkielämään. Ne olivat pääsääntöisesti lyhyitä, alemman tason ajattelutaitojen käyttöä harjaannuttavia. Kirjalliset tehtävät liittyivät usein hiilihydraattien luokitteluun. Kokeellisissa töissä osoitusreaktiot olivat suosituimpia. Esimerkiksi kaikki monosakkarideihin liittyvät kokeelliset työt tutkituissa oppikirjoissa olivat osoitusreaktioita.

Kehitetty oppimateriaali

Tarveanalyysin ja aikaisempien kemian oppimiseen liittyvien tutkimustulosten perusteella kehitettiin oppimateriaalia hiilihydraattien kemian opetukseen. Kehitetyn oppimateriaalin tavoitteena on syventää oppilaan tietoja hiilihydraattien kemiasta terveystieteiden näkökulmaa painottaen ja auttaa laajemman kokonaiskuvan muodostumista aiheesta.

Tehtävät on suunniteltu monivaiheisiksi ja niiden työohjeet on laadittu siten, että oppilas käyttää tehtäviä tehdessään monipuolisesti ajattelutaitoja ja harjaantuu kemian osaamisessa tarvittavissa tiedollisissa ja taidollisissa osa-alueissa. Tehtävät sisältävät sekä kirjallisia että kokeellisia töitä. Kehitetyissä tehtävissä tutkittavat hiilihydraatit on valittu oppilaan arkielämä huomioiden siten, että ne edustaisivat oppilaiden päivittäin kohtaamia, yleisiä, hiilihydraatteja. Kokeelliset tehtävät suunniteltiin, sovitettiin kouluopetukseen ja testattiin laboratoriossa ennen opettajilla tehtyä arviointiosuutta. Tehtävistä on laadittu sekä työohjeet oppilaille, että materiaalia opettajille. Kaikki materiaali on saatavilla verkosta (Piipponen 2007).

Tehtävät glukoosista

Glukoosia lähestytään oppimistehtävässä verensokerin näkökulmasta. Tehtävässä tavoitteena on syventyä glukoosiin verensokerina, oppia käsittelemään graafisia tuloksia, tutustua veren kemian tutkimuksissa käytettävään analytiikkaan ja herättää oppilaiden kiinnostus kemian osaamista tarvitseviin ammatteihin. Työn kokeellisessa osassa oppilaat orientoituvat aiheeseen määrittämällä koulussa omasta verestään glukoosin pitoisuuden. Työssä tutkitaan aterian nauttimisen vaikutusta veren glukoosin konsentraatioon.

Tehtävässä tarvittavat verinäytteet otetaan sormenpäältä tekemällä ihoon reikä kertakäyttölansetilla. Näytteet tutkitaan automaattimittarilla, esimerkiksi MediSense Precision QID -mittarilla. Kokeessa suoritetaan neljä mittausta. Ensimmäistä mittausta edeltää 12 tunnin paasto. Paastosokerin mittaamisen jälkeen nautitaan 30 g glukoosia 1,5 dl veteen liuotettuna. Seuraava glukoosimääritys tehdään, kun glukoosin nauttimisesta oli kulunut 30 minuuttia. Glukoositason muutoksia seurataan vielä kolmella mittauksella, jotka toistetaan 30 minuutin välein. Mittaustuloksista



piirretään kuvaaja aika, konsentraatiokoordinaatistoon. Tuloksia verrataan ja keskustellaan mittaustulokseen vaikuttavista tekijöistä.

Tehtävät ksylitolista

Tehtävässä yhdistyvät hiilihydraatti-, pH- ja terveysaiheet. Työ tutustuttaa oppilaat Suomen elintarvikehistorian menestyksekkäimpään innovaatioon – ksylitoliin. Oppimistehtävän tavoitteena on ymmärtää ksylitolin kemiaa, sen merkitys suomalaiselle elintarviketeollisuudelle ja ymmärtää ksylitolin vaikutus suun terveyteen. Kokeellisessa osuudessa ksylitoliteemaa lähestytään suun terveyden näkökulmasta. Työn tavoitteena on konkretisoida nautitun ksylitolituotteen vaikutus happohyökkäykseen. Tavoitteena on, että työssä käytettävät, oppilaille tutut, aineet innostavat heitä oppimaan.

Ksylitolitehtävässä tutkitaan sokeripitoisen happaman juoman ja ksylitolituotteen vaikutusta happohyökkäykseen. Koe aloitetaan mittaamalla pH-paperin avulla syljen pH. Mittauksen jälkeen nautitaan noin 2 dl sokeripitoista cola-juomaa. Seuraava syljen pH:n mittaus tehdään 15 minuuttia cola-juoman nauttimisen jälkeen. Syljen havaitaan muuttuneen happamammaksi happohyökkäyksen seurauksena. Toisen mittauksen jälkeen syödään täysksylitolipurukumia 10 minuutin ajan, jonka jälkeen tehdään viimeinen pH-mittaus. Syljen pH:n oletetaan palautuvan alkuperäiseen arvoonsa. Tulokset käsitellään esimerkiksi piirtämällä kuvaaja ja keskustelemalla. (Taloudellinen Tiedotustoimisto 2006)

Tehtävät tärkkelyksestä

Tärkkelysaiheen oppimistehtävän tavoitteena on tutustua kokeellisiin menetelmiin tärkkelyksen hajoamiseen elimistössä sekä hiilihydraateista saatavaan energiaan.

Tärkkelystehtävän energiaosuus esiteltiin Kemian opetuksen päivillä 2007 opettajille ja opiskelijoille. Työssä tärkkelyksen sisältämää energiaa verrataan rasvojen sisältämään energiaan: tutkittavina näytteinä käytetään vaahtokarkkia (tärkkelys) ja cashewpähkinää (rasva). Tutkimusta varten rakennetaan laitteisto vauvanruokapurkin kannesta, paperiliittimistä ja tyhjästä juomatölkistä. Juomatölkki asetetaan lasisauvan avulla kiinni stativiin, kannesta ja paperiliittimistä rakennettu teline sijoitettiin juomatölkin alle.



KUVA.
Tärkkelys-työssä tarvittava laitteisto

Tutkimuksessa mitataan palamisreaktiosta aiheutuva tutkittavan näytteen massan muutos ja juomatölkissä olevan veden lämpötilan muutos. Näytteistä palamisreaktiossa vapautunut energia lasketaan yhtälöstä

$$E_{\text{näyte}} = \frac{m(\text{H}_2\text{O}) \times C(\text{H}_2\text{O}) \times \Delta T(\text{H}_2\text{O})}{\Delta m(\text{näyte})}$$

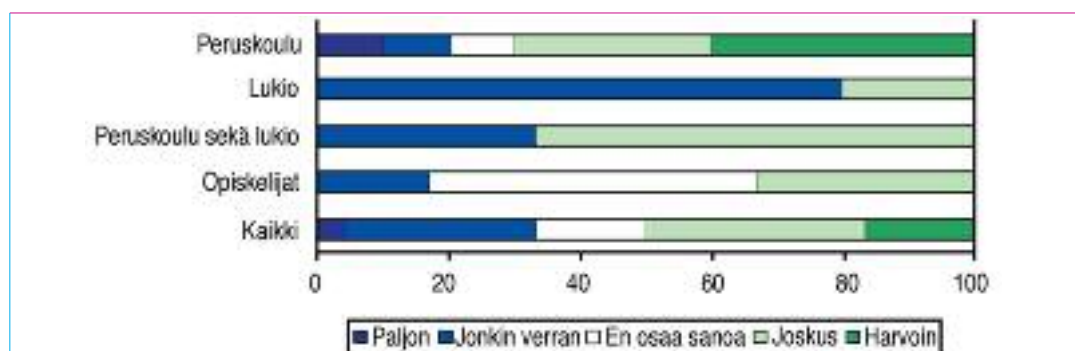
jossa massat on ilmoitettu grammoina ja veden lämpötilanmuutos celsiusasteina. Veden massa voidaan pitää vakiona tutkimuksen ajan. (JCE Editorial Staff 2004)

Koejärjestelyistä ja laitteistosta johtuen mittaustulokset ovat vain suuntaa antavia. Kokeen perusteella päädytään kuitenkin toivottuun tulokseen: tärkkelys sisältää rasvaa vähemmän energiaa.

Opettajien ja opiskelijoiden näkökulma

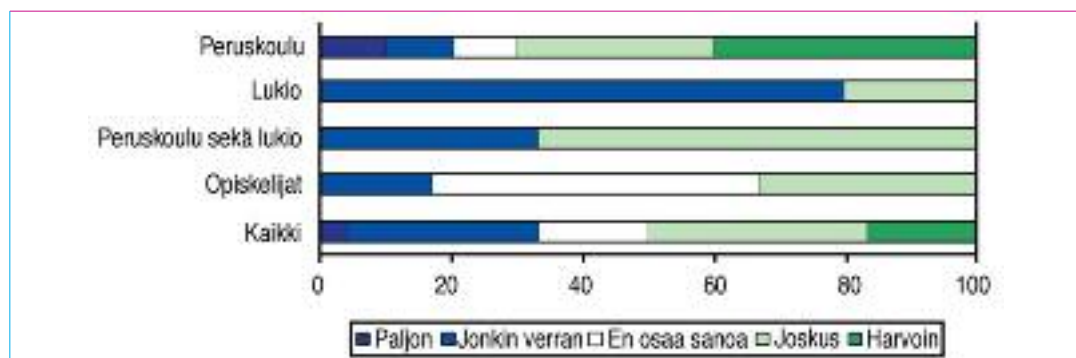
Suunniteltua oppimateriaalia testattiin Kemian opetuksen päivillä 2007. Kemian opettajilla ja opettajaksi opiskelevilla olimahdollisuus tutustua hiilihydraattimateriaaliin ja testata töitä työpajassa. Käytössä olevan rajallisen ajan vuoksi testattavat työt rajattiin Terveet hampaat!- ja Energiaa!-tutkimuksiin. Glukoositutkimuksen työvaiheet esiteltiin kuvasarjana. Työpajaan osallistuneiden arvioita ja kommentteja oppimateriaaleista tiedusteltiin kyselylomakkeella. Kyselyn palautti 24 henkilöä. Kyselytutkimuksen tuloksia analysoitaessa vastaajat jaettiin ryhmiin sen mukaan, mitä vuosiluokka-astetta he opettivat vastaushetkellä.

Tutkielman yhtenä päätavoitteena oli selvittää hiilihydraattien kemian opetuksen ja terveystkasvatuksen suhdetta perusopetuksen luokilla 7–9. Kyselyyn vastanneista vain kolmannes ilmoitti integroivansa terveystkasvatusta kemian opetukseen vähintään jonkin verran. Peruskoulun ja lukion opettajien vastauksissa on selvä ero. (Ks. kuvio 1) Lukion opettajista 80 prosenttia huomioi terveystkasvatuksen kemian opetuksessaan vähintään jonkin verran. Lukion opettajista kukaan ei valinnut väittämään vaihtoehtoa ”harvoin”. Peruskoulun opettajista peräti 40 prosenttia ilmoitti huomioivansa terveystkasvatuksen harvoin kemian tunneilla. Vain viidennes integroi terveysteemaa paljon tai jonkin verran opetukseensa. Kyseinen väittämä sai vähiten ”paljon”- ja ”jonkin verran”-vastauksia.



KUVIO 1. Väite: Integroin kemian opetukseen terveystkasvatusta %





KUVIO 2. Väite: Koen terveyskontekstin kiinnostavan oppilaitani %

Loppusanat

Tutkimus osoitti, että suomalaiset peruskoulun oppikirjat integroivat terveystutkimuksesta kemian opetukseen hyvin vähän ko. kontekstin kiinnostavuuteen verrattuna. Oppikirjojen tehtävät olivat usein alemman asteen ajattelutaitoja kehittäviä. Oppilaan ennakkokäsitykset huomioivaa, hiilihydraattien kemian syvempää ymmärtämistä ja soveltamista vaativia tehtäviä oli vähän. Opettajille ja opettajaksi opiskeleville tehdyn kyselytutkimuksen mukaan tutkielmassa kehitetty oppimateriaali on hyödyllinen hiilihydraattien kemian opetuksen tukemisessa. Oppimateriaali on suunnattu käytettäväksi kemian opetuksessa, mutta se on sovellettavissamyös terveystiedon ja biologian oppitunneille.

Kyselytutkimuksen tuloksissa havaittiin terveyskontekstiin ja kiinnostukseen liittyen oleellinen epäkohta. Verratessa väittämän ”*integroin kemian opetukseen terveystutkimuksesta*” (kuvio 1) vastauksia väittämän ”*koen terveyskontekstin kiinnostavan oppilaitani*” vastauksiin (kuvio 2), huomaa tuloksista esiin nousevan ristiriidan. Opettajat kokevat terveyskontekstin kiinnostavan oppilaitaan verrattain paljon. Tätä tulosta tukevat muun muassa ROSE-tutkimuksen ja Gisel-hankkeen tulokset. Siitä huolimatta perusopetuksessa vain marginaalinen osa opettajista yhdistää kemian opetukseensa terveystutkimusta. Ihmis- ja terveyskontekstia olisi kuitenkin tutkimusten mukaan, opetussuunnitelman rajaamissa puitteissa, perusteltua käyttää opetuksessa enemmän. Hiilihydraattiaiheen yhteydessä terveyskonteksti on luonnollista ottaa esille kemian opetuksessa.

Lähteet

Aksela, M. 2005. Supporting meaningful chemistry learning and higher-order thinking through computer-assisted inquiry: A design research approach. Väitöskirja, Kemian laitos. Helsingin yliopisto.

<http://ethesis.helsinki.fi/julkaisut/mat/kemia/vk/aksela/> (10.09.2007)

Gilbert, J. K. 2006. On the Nature of ”Context” in Chemical Education. *International Journal of Science Education* 28 (9). 957–976.

JCE Editorial Staff. 2004. *Journal of Chemical Education* 81 (10) 1440A–1440B. <http://jchemed.chem.wisc.edu/hs/Journal/Issues/2004/Oct/clicSubscriber/V81N10/p1440A.pdf> (10.9.2007)



Jenkins, E.W. & Pell, R.G. 2006. The Relevance of Science Education Project (ROSE) in England: A Summary of Findings. Centre for Studies in Science and Mathematics Education, University of Leeds. <http://www.ils.uio.no/english/rose/network/countries/uk-england/rosereport-eng.pdf> (10.9.2007)

Lavonen, J. 2006. Kontekstuaaliset lähestymistavat. Helsinki, Helsingin yliopiston soveltavan kasvatustieteen laitos. http://www.helsinki.fi/sokla/malu/AD1_luento3&4_2006.pdf (10.9.2007)

Lavonen, J., Juuti, K., Uitto, A., Meisalo, V. & Byman, R. 2005. Attractiveness of Science Education in the Finnish Comprehensive School (pdf). In A. Manninen, Miettinen, K. & Kiviniemi, K. (Eds.), Research Findings on Young People's Perceptions of Technology and Science Education. Mirror results and good practice. Technology Industries of Finland. Helsinki. <http://www.ils.uio.no/english/rose/net-work/countries/finland/finland.html> (10.9.2007)

Lavonen, J. & Meisalo, V. 2005. Kokeellisuus opetussuunnitelmassa. Opetushallitus. <http://www.edu.fi/pageLast.asp?path=498,1329,1520,21839,48358,48359> (10.9.2007)

Perusopetuksen valtakunnallisen opetussuunnitelman perusteet 2004. Opetushallitus. http://www.oph.fi/info/ops/pops_web.pdf (10.9.2007)

Piipponen, S. 2007. Hiilihydraattien kemiaa terveystieteiden näkökulmasta perusopetuksessa. Helsingin yliopiston kemian laitos. Helsinki. http://www.helsinki.fi/kemia/opettaja/liitteet/progradu_spiipponen.pdf (10.9.2007)

Pilot, A. & Bulte, A. M. W. 2006. Why Do You "Need to Know"? Context-based education. International Journal of Science Education 28 (9) 953–956.

Taloudellinen Tiedotustoimisto TAT: http://www.tat.fi/opetat/luonnontiede/ksenonit_hapot_hyokkays.doc (10.9.2007)



Perusopetuksen oppilaiden käsityksiä kemian teknologiasta

Anne Laajaniemi & Maija Aksela
Kemian opettajankoulutusyksikkö, Helsingin yliopisto

Kemian teknologia on käsitteenä usein epäselvä ja tarkoittaa eri ihmisille eri asioita. Perehtyminen oppilaiden käsityksiin aiheesta antaa tutkimustietoa kemian opetuksen kehittämiseksi. Artikkelissa esitellään tapaustutkimus laajemmasta tutkimushankkeesta, jonka tavoitteena on kemian teknologian opetuksen kehittäminen. Tutkimus toteutettiin Helsingin yliopiston Kemian opetuksen keskuksessa järjestetyllä Opetushallituksen täydennyskoulutuskurssilla ”Eväitä kemian teknologian opetukseen” (6 op). Kurssilaiset teettivät omilla oppilaillaan käsitekarttoja kemian teknologiasta ennen ja jälkeen opetuksen. Käsitekarttojen avulla on tutkittu: Minkälaisia ennakkokäsityksiä peruskoululaisilla on kemian teknologiasta? sekä Miten käsite syvenyy oppilaiden mielissä opetuksen edetessä?

Avainsanat:

Kemia, kemian teknologia, kemian opetus, käsitekartat, perusopetus

Johdanto

Yhteiskunta on teollistumisen myötä teknistynyt voimakkaasti. Muutaman viimeisen vuosikymmenen aikana kehitysvauhti on ollut huomattavan nopeaa. Teknologiset ratkaisut ovat arkipäivää kaikkialla rakennetussa ympäristössä. Kyetäkseen ymmärtämään ja arvioimaan ympäristöään tulisi jokaisella aikuisella olla jonkinlainen käsitys teknologisista rakenteista. Kasvatus aiheen ymmärtämiseen aloitetaan peruskoulussa. Uusien opetussuunnitelman perusteiden myötä teknologian merkitys opetuksessa on korostunut entisestään. Oppilasta tulisi auttaa ymmärtämään ihmisen suhdetta teknologiaan sekä auttaa häntä näkemään teknologian merkitys arkielämässämme. Perusopetuksen tulee tarjota perustietoa teknologiasta, sen kehityksestä ja vaikutuksista. (Pops 2004)

”Teknologia” on peräisin kreikan kielen sanoista tekhnè (taito, käsityö, taitavuus) ja logos (tieto). Teknologia-sanan tarkka määrittely on usein vaikeaa ja se sekaantuu helposti sanaan ”tekniikka”. Sivistyssanakirja määrittelee teknologian niiden tieteiden yhteisnimitykseksi, jotka käsittelevät teknisiä järjestelmiä ja menetelmiä. Se tarkoittaa myös oppia työmenetelmistä, joita käytetään muokattaessa raaka-aineita jalostustuotteiksi (Aikio & Vornanen 1992). Tekniikka korvataan helposti teknologialla esimerkiksi: Tieteen ja teknologian (tekniikan) huima kehitys (Nurmi ym. 1993). Käsitteen epätarkkuutta on pohdittu useissa yhteyksissä niin Suomessa kuin ulkomaillakin. Teknologian käsitteenmäärittely riippuumäärittelijän lähtökohdista. Teknisissä yhteyksissä teknologia on tekniikan alakäsite tarkoittaen esimerkiksi koneita ja laitteita. Kasvatustieteissä teknologiaa pidetään usein pääkäsitteenä. Usein teknologia liitetään myös tietokoneisiin ja teknologian opettaminen tietoteknisten taitojen opettamiseen. (Cajas 2001; Jaako 2005). Teknologiamuodostuu aina useasta



osa-alueesta. Osa-alueista tärkeimmät ovat tuote ja tieto sekä niihin liittyvä sosiaalinen toiminta.

Kun siirrytään puhumaan kemian teknologiasta, on mahdollista, että oppilaiden teknologia – käsite hämärtyy entisestään. On tärkeää tutkia, miten oppilaat ymmärtävät kemian teknologian, jotta opetus voidaan suunnata sen ymmärtämistä tukeväksi.

Aikaisempaa tutkimustietoa

Suomessa kemian teknologian opetusta ja siihen liittyviä oppilaiden käsityksiä on tutkittu vähän. Lauho (2004) on pro gradu -tutkielmassaan selvittänyt opettajien kokemuksia ”yhteiskunta ja teknologia” -teeman käsittelystä opetuksessa. Opettajat ovat tutkimuksen yhteydessä todenneet, että käsite tulisi ennen opetusta määritellä. Lisäksi osa opettajista kokee tietävänsä liian vähän kemian teknologiasta voidakseen aiheutta kunnolla opettaa.

Oppilaiden kemiaan ja teknologiaan liittyviä käsityksiä on tutkittu useissa yhteisissä ulkomailla (Becker & Maunsaiyat 2002; Kang ym. 2005; Scherz & Oren 2006). Luokkatasosta riippumatta oppilaiden käsitykset olivat hataria ja osin virheellisiä. Käsitykset työympäristöistä ja ammateista olivat pinnallisia ja erheellisiä. Tutkimuksien mukaan perinteinen tiedeopetus ei anna oppilaille oikeaa kuvaa teknologiaan työympäristöistä tai siellä työskentelevistä ihmisistä. Aikuisväestön käsityksiä teknologiasta on myös tutkittu (Volk & Dugger 2005). Eri maissa teknologia ymmärretään eri tavoin. Yhdysvalloissa teknologia liitetään usein tietokoneisiin. Vastaavasti Hong Kongissa enemmistö vastaa teknologian liittyvän tiedon soveltamiseen ja ympäristönmuokkaamiseen. Molemissamaissa ensimmäinen teknologia-asta mieleen tuleva sana oli tietokone.

STS-opetuksesta (Science-Technology-Society) on haettu ratkaisuja teknologian opettamiseen luonnontieteissä. STS-opetuksella tarkoitetaan oppilaskeskeistä luonnontieteen opetusta, jonka lähtökohtina ovat oppilaiden arkipäivän kokemukset. Oppilaat elävät maailmassa, joka koostuu sosiaalisesta ympäristöstä, keinotekoisesti luodusta ympäristöstä sekä luonnollisesta ympäristöstä. Oppilas yhdistää näistä ympäristöistä saamaansa tietoa. Luonnon tutkimista kutsutaan tieteeksi ja keinotekoisien ympäristön tutkimista teknologiaksi. Sosiaalinen ympäristö vastaa yhteiskuntaa. Kun luonnontieteitä opetetaan STS-menetelmällä, lähestytään ilmiöitä niin, että tiede saadaan tukevasti yhdistettyä oppilaan tietämykseen teknologisesta ja sosiaalisesta ympäristöstään. Yhtenä tärkeänä tavoitteena STS-opetuksessa mainitaan kriittisesti ajatteleva kansalainen (Aikenhead 1994). Nyky-yhteiskunnassa on oleellisen tärkeää, että jokainen ymmärtää riittävästi ympäristöään tehdäkseen kauaskantoisia päätöksiä omassa elämässään. Useat henkilöt joutuvat tekemään päätöksiä myös yhteisistä asioista. Näiden päätösten merkitys on usein vielä suurempi kuin yksittäisen kansalaisten. Kriittinen ajattelu rakentavassa mielessä auttaa vertailemaan erilaisia vaihtoehtoja ja tekemään hyviä päätöksiä tulevaisuuden kannalta.

Käsittekartat on koettu hyväksi tavaksi kartoittaa oppilaan käsitemaailmaa. Käsittekarttoja käytetään yhä enemmän tutkimusvälineenä (Aksela 2005; Daley 2004; Iu-



li & Helldén 2004; Van Zele ym. 2004). Oikeiden käsitteiden lisäksi käsitekarttoista paljastuvat myös erheelliset käsitykset sekä puutteet tietorakenteissa. Joseph Novakia loi käsitekarttatekniikan vuonna 1972 etsiessään työkalua oppilaiden käsitteiden muuttumisen tutkimiseen. Myöhemmässä vaiheessa käsitekarttoja on alettu käyttää myös oppimisen työkaluina ajattelua jäsentämässä. Käsitekartat kuvaavat täsmällisesti käsitteitä ja väittämiä. Kun oppilaat hallitsevat käsitekarttatekniikan, voidaan heidän laatimiaan karttoja käyttää myös arviointivälineenä. (Novak & Gowin 1995; Novak 2002; Novak & Cañas 2006)

Tutkimus

Tutkimuksen tavoite

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää peruskoulun yläluokkien oppilaiden käsityksiä kemian teknologiasta ja siltä pohjalta kehittää työtapoja kemian teknologian opetukseen peruskoulussa. Kyseessä on tapaustutkimus ja tutkimusta ohjaavat seuraavat tutkimuskysymykset:

- Millainen on peruskoulun yläluokkien oppilaan käsitys kemian teknologiasta?
- Miten oppilaiden käsitykset muuttuvat opetuksen aikana?

Tutkimuksen toteutus

Tutkimuksen toteutuksen lähtökohtana oli opettajille suunnattu täydennyskoulutuskurssi ”Eväitä kemian teknologian opettamiseen”. Kurssille osallistuneet opettajat saivat tehtäväkseen teettää yhden opetusryhmänsä oppilailla käsitekartat kemian teknologiasta. Ensimmäinen käsitekartta teetettiin ilman, että asiaa oli erityisesti käsitelty oppitunnilla. Toinen miellekartta teetettiin myöhemmin, kun asiaa oli ehditty oppitunnilla käsitellä. Tähän tutkimukseen valittiin otoksena arvalla viisi opettajaa opetusryhmineen. Tähän tutkimukseen on otettu näistä kaksi ryhmää: yksi 7. luokan (n=9) ja yksi 8. luokan ryhmä (n=15). Muiden peruskouluryhmien tuotoksia on käytetty tukimateriaalina luotettavuuden parantamisessa (n=50). Tutkimus on toteutettu lukuvuoden 2006–2007 aikana.

Ensimmäisessä vaiheessa kartoitettiin oppilaiden käsityksiä kemian teknologiasta. Kartoitus tehtiin kvalitatiivisella otteella survey-tutkimuksena (Hirsjärvi & Huttunen 1991; Cohen ym. 2000). Aineiston hankinnassa sovellettiin niin kutsuttua lumipallo-otantaa (Tuomi & Sarajärvi 2002 s. 88). Koulutukseen osallistuvat opettajat valitsivat asiantuntijoina omista opetusryhmistään ne opetusryhmät, jotka tutkimukseen osallistuvat.

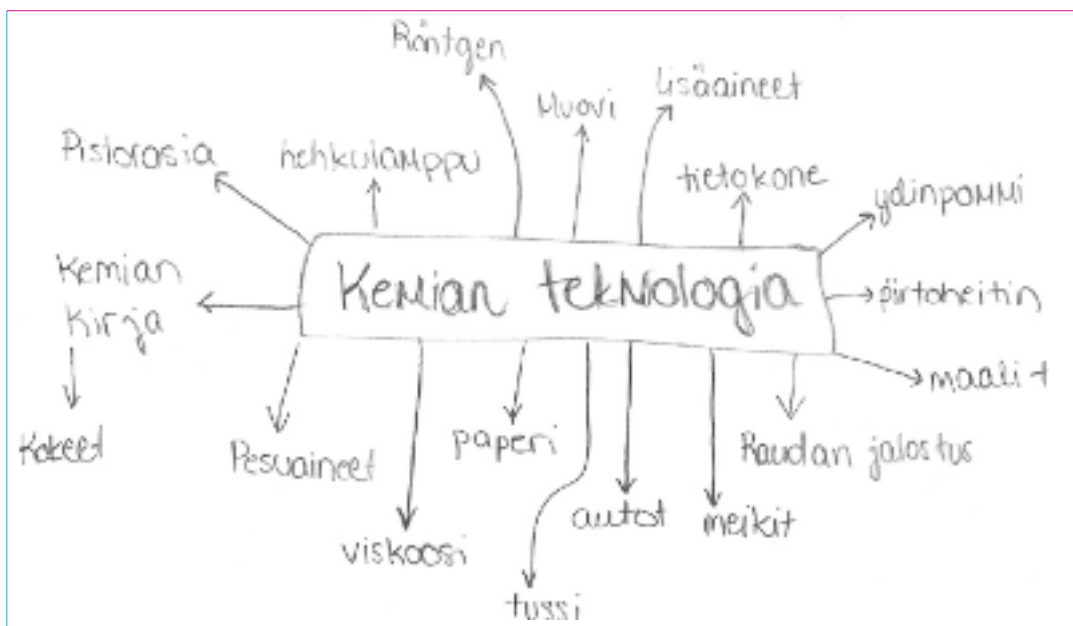
Tässä tutkimuksessa käsitekarttoja on analysoitu käyttämällä aineistolähtöistä sisällönanalyysiä. Sisällönanalyysi on alkanut päätöksellä siitä, mikä aineistossa kiinnostaa. Aineisto on käyty läpi ja merkitty kiinnostuksen kohteena olevat asiat. Muu aineisto on koottu luokkaan ”muut”. Merkityt asiat on koottu ja erotettu muusta aineistosta. Saatua kokonaisuutta on käsitelty edelleen etsimällä käsitteille yläluokkia. (Tuomi ym. 2002: 93–95)

Tarkasteltaessa kvalitatiivisen tutkimuksen luotettavuutta kiinnitetään huomiota uskottavuuteen, siirrettävyyteen, riippuvuuteen ja vahvistettavuuteen (Tuomi ym. 2002). Tähän tutkimukseen on otettu mukaan arvalla valitut opettajat kurssi-



laisten joukosta. Valitut opettajat valitsivat itse opetusryhmän, jolla tehtävä teetettiin. Tutkimuksen siirrettävyys on hyvä, sillä vastaavia oppilasryhmiä voidaan löytää kaikkialta Suomesta. Siirrettävyyttä kuitenkin heikentää opettajan vaikutus kohdejoukon valinnassa. Uskottavuudessa tarkastellaan vastaako tutkijan käsitteellistämisen ja tulkinta tutkittavien käsityksiä.

Tutkimuksen kohteena olivat oppilaiden tekemät käsitekartat, jotka useimmiten olivatmiellekarttoja (käsitteiden välistä puuttui käsitteitä yhdistävä verbi). Oppilaat hallitsevat käsitekarttatekniikkaa huonosti, mikä näkyy selkeästi kartan rakenteesta. Käsitteitä ei osata esittää hierarkisessa järjestyksessä, eikä samantasoisten käsitteiden välille synny linkkejä (ks. kuvio 1).



KUVIO 1. Oppilaan käsitekartta ennen opetusta

Käsitekarttojen analysoinnissa on mahdollista, että tutkija tulkitsee oppilaan esitystä liikaa. Tätä on pyritty tietoisesti välttämään kokoamalla käsitteet alkuperäisessä muodossaan yhteen ja etsimällä näille yhteisiä tekijöitä ja otsakkeita. Oppilas ei välttämättä ole osannut ilmaista ajatuksiaan haluamallaan tavalla. Hän on voinut käyttää vääriä termejä tai ymmärtänyt sanojen merkityksen virheellisesti. Oppilaat hallitsevat käsitekarttatekniikkaa eri tavoin. Oppilas, jolle tekniikka on tuttu, osaa ilmaista sen avulla ajatuksensa paremmin kuin se, jolla tekniikka on vieraampi. Uskottavuuden kannalta olisi ollut hyvä valita oppilasjoukkoja, joissa käsitekarttatekniikkaa on paljon käytetty. Tällainen valinta olisi toisaalta kaventanut mahdollisuuksia ryhmien valinnassa. Uskottavuutta olisi voitu parantaa myös käsitekarttoja täydentävillä haastatteluilla. Opettajat valittiin arvalla, eikä näin ollen voitu rajata tutkittavia oppilasryhmiä järkevälle kulkuetaisyydelle. Haastatteluja ei suoritettu tästä syystä tehty. Tutkimusasetelma on suhteellisen vapaa ja tutkimus siten helpos- ti toistettavissa. Toistettaessa tutkimus vastaavissa olosuhteissa ja riittävällä otannalla on se myös vahvistettavissa.

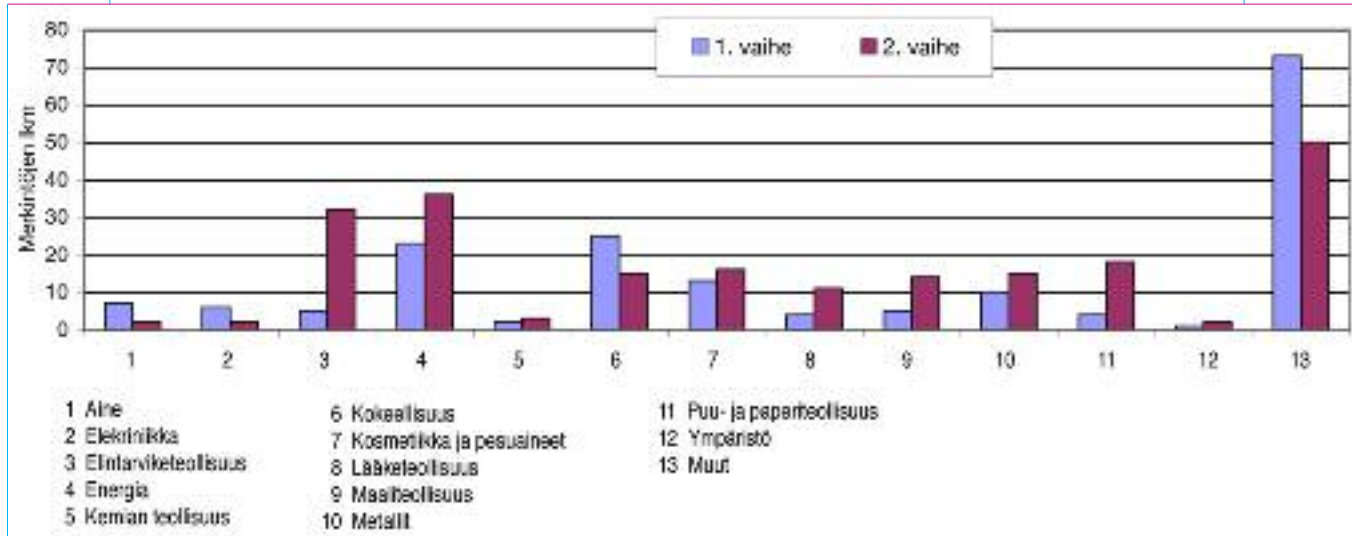
Tulokset

Perusopetuksen luokkien 7–9 oppilaiden käsitys kemian teknologiasta Käsitekartat teetettiin kahdessa vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa kartoitettiin oppilaiden ennakkokäsityksiä kemian teknologiasta. Oppilaat luettelevat kartoissaan lukuisia erilaisia käsitteitä integroiden keskenään myös fysiikkaa ja kemiaa (ks. taulukko alla).

TAULUKKO. Ennakkokäsityksiä kemian teknologiasta

Energia ja sen tuotanto	Aurinkopaneeli Energia Kivihiili, hiili Maakaasu Sähkö, sähkölaitos Turve Tuulivoima Uraani Uusiutumattomat polttoaineet Uusiutuvat polttoaineet Vesivoima Ydinvoima, ydinvoimala, fuusioreaktori Öljy, öljynjalostus, öljynporaus
Kokeellisuus	Havainnot, johtopäätökset Kemiallisetkokeet, laboratoriotutkimukset, työt Kemian tutkimusten tuloksia Laboratorio Laboratorion tekniikka, elektroniset laitteet yhdistettynä kemiaan Mittaaminen Rakenteen tutkiminen Tutkijat Tutkimus Välineet, keitinlasi ym. tarvikkeet, työkalut Turvallisuus, vaaratilanteet, suojalasien käyttö, varovaisuus

Käsitekartoista voidaan päätellä, että oppilailla ei ole kovin selkeää käsitystä kemian teknologiasta (ks. kuvio 2). Oppilaat tuovat kartoissaan esiin jonkin verran kemian teollisuuden osa-alueita erilaisina tuotteina ja tuoteryhminä. Osa mainitsee tutkimuksen ja tuotekehittelyn. Osalla oppilaista käsitekartat liittyivät lähinnä yleiseen kemiaan eikä kytkeviä kemian teknologiaan ollut nähtävissä. Energiaan ja kokeellisuuteen liittyviä mainintoja oli eniten (lukumäärinä: 23 ja 25). Seuraavaksi eniten mainintoja saivat kosmetiikka ja pesuaineet sekä metallit (lukumäärinä: 13 ja 10). Aineeseen, sen rakenteeseen ja ominaisuuksiin liittyviä mainintoja oli seitsemän. Eri teollisuuden alat saivat mainintoja satunnaisesti.



KUVIO 2. Esimerkkejä oppilaiden mainitsemista kemian teknologian aiheista

Oppilaiden käsityksen muuttuminen opetuksen edetessä

Verrattaessa käsittekarttojen tuloksia 1. ja 2. vaiheen välillä huomataan selviä muutoksia (ks. kuvio 2). Oppilaat ovat lisänneet toisen vaiheen käsittekarttaansa niitä aihealueita, joita oppitunneilla on käsitelty. Erityisen hyvin oppilaat muistavat yksittäisiä esimerkkejä, kuten salmiakin, jota usein valmistetaan kemian tunnilla. Käsittekarttoissa esiintyvien käsitteiden yhteismäärä kasvaa 20 prosenttia. Eri teollisuuden alat nousevat voimakkaasti esiin. Erityisesti elintarvike- sekä puu- ja paperiteollisuus korostuvat. Molemmissa nousu on useita satoja prosentteja (Ks. taulukko 4.1b.). Kokeellisuuteen liittyvät merkinnät puolestaan vähenivät peräti 40 prosentilla. Kemiaan liittyvät maininnat sekä elektroniikan osuus pienenivät noin 70 prosenttia. Teknologiaan liittyvät asiat kuten tuotekehitys ja innovaatiot mainittiin vain muutaman kerran.

Johtopäätökset ja pohdinta

Tämän tutkimuksen perusteella voidaan sanoa, että kemian teknologia on peruskoulun vuosiluokkien 7–9 oppilaille aika tuntematon käsite. Käsite selkenee jonkin verran, kun siihen perehdytään oppitunnilla. Opetuksen jälkeen oppilaat ovat tietoisia siitä, että kemia koostuu eri osa-alueista. Se, miten teknologia liittyy näihin alueisiin, ei selviä tällä tutkimusmenetelmällä. Teknologiaan kiinteästi liittyvä kehitystyö mainitaan vain muutamassa kartassa.

Kemian teknologiaan tarvitaan selvästi määritelmä ja tavoitteet perusopetuksessa. Ilman yhteisiä tavoitteita opettaja ei pysty suuntaamaan opetustaan kemian teknologia-aihepiiriin. Opetuksen tueksi tarvitaan myös opetusmenetelmiä (työtapoja), joiden avulla aihetta käsitellään monipuolisesti. Tutkimushankkeen seuraavassa vaiheessa selvitetään eri lähestymistapojen hyötyjä kemian teknologian opettamisessa ja oppimisessa.

Lähteet

- Aikenhead, G. 1994. What is STS Teaching? teoksessa Solomon, J.; Aikenhead, G. (Eds.), STS Education: International Perspectives on Reform Teachers College Press. New York.
- Aikio, A. & Vornanen, R. (toim.) 1992. Uusi sivistysanakirja. Otava. Helsinki.
- Aksela, M. 2005. Supporting Meaningful Chemistry Learning and Higher-order Thinking through Computer-Assisted Inquiry: A Design Research Approach. Väitöskirja, Helsingin yliopisto.
- Becker, K. & Maunsaiyat, S. 2002. Thai Students' Attitudes and Concepts of Technology. *Journal of Technology Education*, 13(2).
<http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JTE/v13n2/becker.html> (25.8.2007).
- Cajas, F. 2001. The Science/Technology Interaction: Implications for Science Literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 38. 715–729.
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. 2000. *Research Methods in Education* 5. painos. RoutledgeFalmer. Lontoo.
- Daley, B. 2004. Using concept maps in qualitative research. Conference Paper.
<http://cmc.ihmc.us/papers/cmc2004-060.pdf> (25.08.2007)
- Hirsjärvi, S. & Huttunen, J. 1991. *Johdatus kasvatustieteeseen*. 2. painos. WSOY. Helsinki.
- Iuli, R. & Helldén, G. 2004. Using concept maps as a research tool in science education research. Conference Paper. <http://cmc.ihmc.us/papers/cmc2004-223.pdf> (9.8.2007)
- Jaako, J. 2005. Teknologiakasvatus – terminologiako hukassa?
http://ntsai.oulu.fi/Henkilokunta/jaako/Julkaisut/Teknologiakasvatus_Jaako_Paperi.pdf (25.8.2007)
- Kang, S., Scharmann, L. & Noh, T. 2005. Examining Students' Views on the Nature of Science: Results from Korean 6th, 8th, and 10th Graders. *Science Education*. 89, 314–334.
- Lauho, A. 2004. Teknologia ja yhteiskunta teemat kemian opetuksessa – kemian opettajien kokemana. Pro Gradu-tutkielma, Helsingin yliopisto.
- Novak, J. & Cañas, A. 2006. The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct Them. Technical Report.
<http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf> (26.8.2007)
- Novak J. & Gowin D. 1995. *Opi oppimaan*. Gaudeamus. Tampere.
- Novak, J. 2002. Tiedon oppiminen, luominen ja käyttö, Käsitekartat työvälineinä oppilaitoksissa ja yrityksissä. PS-kustannus. Jyväskylä.
- Nurmi, T., Rekiaro, I. & Rekiaro, P. 1993. *Gummeruksen uusi tietosanakirja suomen kielen sanakirja*. Gummerus. Helsinki.
- Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2004. Opetushallitus. Helsinki.
- Scherz, Z. & Oren, M. 2006. How to Change Students' Images of Science and Technology. *Science Education*, 90. 965–985.
- Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2002. *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*. Helsinki, Tammi.
- Van Zele, E., Lenaerts, J. & Wieme, W. 2004. Improving the usefulness of concept maps as a research tool for science education. *International Journal of Science Education*, 26. 1 043–1 064.
- Volk, K. & Dugger, W. 2005. East Meets West: What Americans and Hong Kong People Think About Technology. *Journal of Technology Education*, 17(1).
<http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JTE/v17n1/volk.html> (26.8.2007)



Tutkiva lähestymistapa kemian opettamisessa – tapaustutkimus luokanopettajien täydennys- koulutustarpeesta kemiassa

Maija Rukajärvi-Saarela

Tekniikan ja liiketalouden yksikkö, Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulu

Maija Aksela

Kemian opetuksen keskus, Kemian laitos, Helsingin yliopisto

Artikkelissa käsitellään tapaustutkimusta, joka on osa laajempaa kehittämistutkimusta. Koko tutkimuksen tavoitteena on kehittää luokanopettajille kemian opettamiseen täydennyskoulutusta, joka perustuu opetussuunnitelmaan, aikaisempaan tietoon ja luokanopettajien tarpeisiin. Tapaustutkimuksessa tarkasteltu täydennyskoulutustilaisuus järjestettiin helmikuussa 2005. Sen aiheena oli kemian tutkiva opettaminen peruskoulun alaluokilla. Koulutuksen suunnitteluryhmässä oli tutkijan lisäksi kolme opettajaa asiantuntijoina, ja itse koulutukseen osallistui 24 luokanopettajaa. Tutkimusaineistoa on kerätty kyselyjen, ryhmäkeskustelun ja osallistuvan havainnoinnin avulla, ja se on analysoitu käyttäen laadullisen tutkimuksen menetelmiä. Tutkimustulosten perusteella korostui näkemys, että kemialle empiirisenä luonnontieteenä on tyypillistä tutkiva ote sen opettamisessa. Täydennyskoulutuksen tulee tarjota luokanopettajille konkreettisia työkaluja kokeellisten työtapojen ja -menetelmien opettamiseen. Sen tulee myös kasvattaa opettajien motivaatiota, uskallusta ja halua opettaa kemiaa tutkivaa, ongelmalähtöistä ja kokeellista otetta käyttäen unohtamatta ohjauksen ja omaa asiantuntijuuden merkitystä.

Asiasanat:

Kemian opetus, kokeellinen oppiminen, tutkiva opetus, konstruktivistinen oppimiskäsitys, realistinen oppimiskäsitys

Taustaa

Kemianopetus aloitetaan uusien opetussuunnitelman perusteiden mukaan peruskoulun viidennellä luokalla. Tämän tutkimuksen yhtenä tavoitteena on tuottaa tietoa kentällä olevien luokanopettajien valmiuksista alkaa opettaa heille uutta oppiainetta, kemiaa. Heidän opetuksessaan oppilaat muodostavat ensimmäisen käsityksensä tästä oppiaineesta.

Valtakunnalliset opetussuunnitelmat luovat perusteet myös kemian opettamiselle, joten aluksi on syytä tarkastella muutamalla sanalla niiden pohjana olevaa oppimiskäsitystä. Sen mukaan oppimisen nähdään olevan seurausta opiskelijan aktiivisesta ja tavoitteellisesta toiminnasta. Oppiminen riippuu oppijan aiemmin rakentuneesta tiedosta, motivaatiosta sekä oppimis- ja työskentelytavoista. Uuden tiedon ja uusien taitojen lisäksi oppimiskohteina ovat myös oppimis- ja työskentelytavat, jotka ovat elinikäisen oppimisen välineitä. Koska oppiminen nähdään tilannesidonnaisena, on myös oppimisympäristöön kiinnitettävä huomiota. Yhdessä tilanteessa opittu tieto ja taito eivät nimittäin automaattisesti siirry käytettäväksi toisenlaisessa



tilanteessa. Edellä kuvattu opetussuunnitelman pohjana oleva käsitys oppimisesta sisältää aineksia niin konstruktivistisesta kuin realistisestakin oppimiskäsityksestä. (Puolimatka 2002: 41–44; Hakkarainen ym. 1999: 11–13; Lukion opetussuunnitelman perusteet 2003; Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet 2004)

Konstruktivismi kasvatuksen ja opetuksen teoriana painottaa lapsen omaehtoista toimintaa tämän oman maailman luojana ja kasvattajan tehtävää lapsen luontaisen kehityksen tukijana. Opettajan tulee tuntea oppilaiden tiedolliset rakenteet voidakseen tukea kunkin yksilöllistä oppimisprosessia. Konstruktivistinen opetus painottaa oppilaiden omatoimisuutta, yhteistoiminnallisuutta ja osallistumista opettajakeskeisten lähestymistapojen sijaan. Opettajan tehtävä on tukea oppijan luontaista uteliaisuutta ja pyrkimystä itsenäisten tiedollisten ajatusrakennelmien luomiseen. Realistinen opetusmalli puolestaan edellyttää opettajalta etenkin alansa asiantuntijuutta oppilaantuntemuksen rinnalla. Opettaja siis tarvitsee sekä hermeneuttisia eli tulkinnallisia taitoja että realistista asiantuntemusta. Lisäksi hänen tulee järjestää oppimisympäristö sellaiseksi, että oppija pystyy rakentamaan käsityksen opittavasta asiasta vaihe vaiheelta yksinkertaisemmista ja perustavimmista käsityksistä kohti kehittyneempiä ja monimutkaisempia. Oppija tulee siis saattaa kosketuksiin todellisuuden kanssa, joten käytännössä toimiminen on olennainen osa oppimisprosessia. Harjoittelun ja toiminnan kautta oppija pystyy luomaan yhteyksiä uuden asian ja entisen käsityksensä välille. Opetuksen tarkoituksena on auttaa oppilasta rakentamaan merkityksiä, jotka vastaavat todellisuutta ja auttavat häntä toimimaan menestyksellisesti käytännössä. (Puolimatka 2002: 44, 291–327)

Sekä lukion että peruskoulun opetussuunnitelman perusteiden mukaan (2003: 153; 2004: 195) kemian opetuksen tarkoituksena on tukea luonnontieteellisen ajattelun ja nykyaikaisen maailmankuvan kehittymistä osana monipuolista yleissivistystä. Kemia on yksi perusluonnontieteistä, joka tutkii ja kehittää materiaaleja, tuotteita, menetelmiä ja prosesseja kestäväen kehityksen edistämiseksi. Seuraavassa tarkastellaankin sitä, mitä erityispiirteitä tämä tuo kemian opettamiseen.

Kemia on empiirinen luonnontiede

Luonnontieteet ja niin myös kemia ovat kokeellisia tieteitä, mikä tarkoittaa sitä, että niiden lähtökohtana on luonnossa tapahtuva ilmiö ja siitä tehtävät havainnot. Luonnontieteissä havaintoja pyritään selittämään aluksi yksinkertaisinmallein. Jotta tämä mallien kuvaaminen onnistuu, tarvitaan käsitteitä, jotka pohjautuvat ilmiössä havaittaviinmuuttujiin, mitattaviin suureisiin ja niiden välisiin riippuvuuksiin. (Ahtee 1990: 25–29)

Luonnontieteiden tutkimuksen keskeinen perusta on, että jokainen uskomus, hypoteesi ja malli on asetettava kyseenalaiseksi ja pyrittävä testaamaan kokeellisesti. Näin on hyvä tehdä myös luonnontieteiden opetuksessa, sillä tämä on tapa opettaa ajattelemaan kriittisesti. (Ahtee & Sahlberg 1990: 39–45). Uusissa opetussuunnitelmien perusteissa (2003; 2004) korostetaan, että kemian opetuksessa on olennaista johdonmukainen ohjaaminen tiedonhankinnan menetelmään, johon kuuluu:

- havaintojen, mittausten, kokeiden ja tutkimusten tekeminen ja suunnittelu
- keskustelu, havaintojen käsitteleminen, esittäminen, tulkitseminen ja mallintaminen



- johtopäätösten ja hypoteesien tekeminen sekä niiden testaaminen
- havaintojen ja esitettyjen tietojen kriittinen arviointi
- opitun soveltaminen ongelmanratkaisussa.

Nämä haasteet luovat perustan tutkivalle ja kokeelliselle lähestymistavalle kemian opettamisessa. Luonnontieteiden ja matematiikan kehittämiseen tähtääviin LUMA-talkoisiin (vuosina 1996–2002) kuuluvien Kemia tänään -tapahtumien yhteydessä vuosina 1997–1998 on kartoitettu lähemmin kemianopettajien näkemyksiä kokeellisesta kemian opettamisesta, joita tarkastellaan alla lähemmin.

Tutkimuksen toisena tavoitteena oli saada tietoa siitä, mitkä ovat luokanopettajien ennakkokäsitykset kemiasta oppiaineena ja sen opettamisesta. Tätä on selvitetty aiemmin esimerkiksi Kemian opetus tänään -tutkimuksessa (Aksela & Juvonen 1999), mutta tutkittavina olivat tuolloin aineenopettajat. Heidän mielestään kokeellisuus on osa kemian opettamista ja hyvän kokeellisen työn he näkivät tukevan kemian teorian oppimista. Kokeellinen toiminta ei kuitenkaan aina ja automaattisesti johda aktiiviseen tiedon käsittelyyn ja tiedon konstruointiin. Oppilaat tarvitsevat siinä opettajan ohjausta, harjoittelua, tarpeeksi aikaa jamonipuolisista kokeellisuuden työtapoja. Keskustelu ja yhdessä pohdinta ovat tärkeitä sekä ennen että jälkeen kokeellisen työn. Käytännössä hyvä kokeellinen työ on yksinkertainen, helppo ja turvallinen toteuttaa, selkeä jamotivoiva. Työn tulee onnistua aina, eikä se saa viedä liikaa aikaa. Tehtävän avoimuutta tulee vaihdella työstä toiseen, ja mukaan tulee ottaa myös laajempia projektitöitä. Aidon oppimisympäristön (oikea laboratorio koulussa tai vierailumualla) vaikutusta oppimiseen pidettiin tärkeänä. (Aksela & Juvonen 1999: 15–21)

Tutkivan oppimisen erityispiirteitä

Jeremy Brunerin mukaan oppijan aktiivisuus on edellytys sille, että hän ymmärtää opittavan tiedon rakenteen. Sen sijaan että oppilaat omaksuvat opettajien selitykset sellaisenaan, on heidän itse tunnistettava perusperiaatteet. Opettajan tehtävä on rakentaa ongelmatilanteita jamotivoida oppilaita kyseenalaistamaan, tutkimaan ja kokeilemaan. Tätä prosessia hän kutsuu keksiväksi tai tutkivaksi oppimiseksi (discovery learning). Opettaja antaa esimerkkejä ja oppilaat työskentelevät niiden parissa, kunnes löytävät asioiden väliset suhteet. Oppilaille esitetään mielenkiintoisia kysymyksiä: Miksi liekki sammuu, kun se peitetään astialla? Sen sijaan, että opettaja selittäisi ilmiöihin liittyvät periaatteet oppilaille, hän antaa heille asiaankuuluvat välineet ja rohkaisee oppilaita tekemään havaintoja, muodostamaan hypoteeseja ja testaamaan tuloksia. Opettaja auttaa ongelman ratkaisemisessa tekemällä johdattelevia kysymyksiä ja antaa palautetta oppilaiden erilaisista ratkaisuyrityksistä. (Puolimatka 2002: 262)

Parhaimmillaan niin lapsen kuin aikuisenkin oppimista voidaan pitää tutkimusprosessina, joka ei perusluonteeltaan poikkea eri alojen asiantuntijoiden tutkimusprosessista. Tuloksellinen toiminta tietotyöntekijänä edellyttää hyvin kehittyneitä tiedonkäsittelytaitoja, kuten taitoa asettaa ongelmia, luoda ja etsiä ilmiöille selityksiä, luoda, etsiä ja kehitellä uusia kokonaisuuksia, verrata erilaisia käsityksiä, arvioida todistusaineistoa ja perusteluja sekä arvioida tietoa kriittisesti. (Hakkarainen ym. 1999.) Näin ymmärrettynä tutkivan oppimisen malli soveltuu erinomaisesti ke-



mian oppimisen malliksi, kun vielä tärkeänä tekijänä otetaan mukaan opettajan tarjoama opetuksellinen tuki. Tällöin voidaan puhua ohjatusta tutkimusprosessista, jossa keskeisenä ajatuksena on omien ajatusten, ideoiden ja tulkintojen tuottaminen ja jakaminen yhteistä arviointia ja kehittelyä varten. Tässä tutkimuksessa oli tavoitteena myös tutkia, mitä käsityksiä luokanopettajilla on tutkivasta opettamisesta.

Opiskelussa tulisi onnistua yhdistämään innostuneisuus, kokemuksellisuus ja pohdiskelu, jotta kehittyminen on ylipäättään mahdollista. Pelkkä teoreettinen pohdiskelu ilman kokemuksellisuutta on kuivaa ja pelkkä kokemuksellisuus sinänsä ei lisää oppimista, jos sitä ei liitetä mihinkään aikaisempaan teoriaan ja selitykseen. On syytä muistaa, että oppilaat eivät tule oppimistilanteeseen pää tyhjänä, vaan heillä on aina ennakkokäsityksiä. Nämä ennakkokäsitykset poikkeavat tieteellisestä tiedosta ja niiden muuttaminen on vaikeaa. Koulun ja oppimisen kannalta kyseessä on huolestuttava ilmiö: vuosikausien ponnistelusta huolimatta opiskelijat eivät opi tai saavuta opiskeltujen tieteidenalojen käsitteellistä ymmärrystä. Arkiteoria siis on ensin otettava oppilaiden kanssa puheeksi, jotta opettaja voisi tukea heidän käsitteellistä muutostaan. (Hakkarainen ym. 1999: 175–205)

Tutkimukset tavoitteet ja tutkimusongelmat

Artikkelissa kerrotaan tapaustutkimusta, joka on osa laajempaa kehittämistutkimusta. Koko tutkimuksen tavoitteena on kehittää luokanopettajille kemian opettamiseen täydennyskoulutusta, joka perustuu tietoon kemiasta empiirisenä luonnon-tieteenä, valtakunnallisiin opetussuunnitelman perusteisiin, aikaisempaan tutkimustietoon ja kokemukseen sekä luokanopettajien tarpeisiin. Nykyisten opetussuunnitelman perusteiden mukaan kemian opetus aloitetaan Suomessa jo peruskoulun viidennellä luokalla. Käytännössä opettajina toimivat tällöin luokanopettajat, joista vain harvat ovat saaneet omassa luokanopettajakoulutuksessaan ohjausta ja koulutusta kemian opettamiseen.

Tämän tutkimuksen täsmennetyt tutkimusongelmat olivat:

- Mikä on tutkimukseen osallistuvien luokanopettajien näkemys omasta valmiudestaan opettaa kokeellista ja tutkivaa kemiaa?
- Millaisiksi tutkimukseen osallistuvat luokanopettajat kokivat omat kemiatietonsa ja -taitonsa?
- Millaisena ja miten opetettavana oppiaineena tutkimukseen osallistuneet pitivät kemiaa?
- Mitä näkemyksiä tutkittavilla luokanopettajilla oli kokeellisesta ja tutkivasta opettamisesta yleensä ja miten heidän mukaansa kyseessä olevaa opetustapaa voidaan soveltaa erityisesti kemiaan?

Tämän tutkimuksen kehystehtävänä oli

- Täydennyskoulutuspäivän suunnittelu ja toteutus
- Antoiko täydennyskoulutuspäivä tutkittavien mielestä heille eväitä lähteä opettamaan kokeellista ja tutkivaa kemiaa?
- Miten tutkiva opetus ja oppiminen toteutuivat tutkimukseen osallistuneiden kokemana valituissa töissä?



- Miten tutkittavat näkivät opettajan ja toisaalta oppijan roolin tutkivassa opettamisessa tai oppimisessa?

Tutkimuksen asetelma, aineisto ja menetelmät

Tässä tapaustutkimuksessa tarkasteltu täydennyskoulutustilaisuus järjestettiin helmikuussa 2005, ja sen aiheena oli kemian tutkiva opettaminen peruskoulun alaluokilla. Koulutuksen suunnitteluryhmässä oli tutkijan lisäksi kolme asiantuntijoina toimivaa opettajaa, ja itse koulutukseen osallistui 24 luokanopettajaa. Tutkimusaineistoa on kerätty kyselyjen, ryhmäkeskustelun ja osallistuvan havainnoinnin avulla. Näin saatu laadullinen aineisto on analysoitu sisällönanalyysin keinoin käyttäen teemakohtaisia luokituksia ja tyyppivastauksia sekä poikkeavia vastauksia.

Kyselylomakkeita käyttäen tutkimusaineistoa koottiin kaikilta koulutukseen osallistuneilta sekä ennen koulutuspäivää että heti sen jälkeen. Kyselylomakkeiden avokysymykset oli laadittu teemoittain. Kysymysten laadinnassa käytettiin pohjana uuden opetussuunnitelman perusteita, aikaisempaa tietämystä kemiasta empiirisenä luonnontieteenä sekä suunnitteluryhmän jäsenten aikaisempia kokemuksia vastaavanlaisen koulutuksen järjestämisestä. Aineistoa saatiin myös videoimalla koko koulutuspäivä ja erityisesti koulutuspäivän lopussa käyty ryhmäkeskustelu. Tätä videotua aineistoa on käytetty lähinnä kyselyillä saatujen tietojen tarkentamiseen. Alkukartoituksessa saatua laadullista dataa on käytetty hyväksi varsinaisen koulutus tapahtuman sisällön ja ohjelman laatimiseen. Johtopäätöksiin ovat antaneet tietoa myös päivän päätteeksi tehty kurssiarviokysely ja ryhmäkeskustelu.

Tulokset ja niiden tarkastelua

Tarkasteltavana olevan tapaustutkimuksen aikana alkukartoituksen, olemassa olevan opetussuunnitelman ja aikaisemman tiedon pohjalta suunniteltiin kemian täydennyskoulutuspäivä, joka toteutettiin helmikuussa 2005.

Alkukartoituksen avokysymykset oli laadittu tutkimusongelmien pohjalta teemoittain, ja näin muodostunutta kyselyrunkoa Alasuutarin (1993: 72–172) mukaan on mahdollista käyttää apuvälineenä aineiston analysoinnin teemaluokittelussa. Tutkittavien luokanopettajien valmiutta opettaa kemiaa -data on jaettu kolmeen teemaluokkaan: Tutkittavien kemiatiedot ja -taidot, Kemia oppiaineena sekä Kokeellinen ja tutkiva opettaminen. Täydennyskoulutustapahtuma järjestettiin hyödyntäen muunmuassa alkukyselyjen pohjalta saatua tietoa. Päivän annin tutkimukseen osallistuneet arvioivat niin palautekeskustelussa kuin myös kyselylomakkeen vastauksissa. Näistä saatu tieto on teemoitettu luokkiin: Kurssitöiden avoimuus ja sopivuus sekä Opettajan rooli.

Tutkittavien kemiatiedot ja -taidot

Koulutukseen osallistuneista luokanopettajista reilusti yli puolet kertoi opiskelleensa kemiaa viimeksi lukiossa. Parhaiten muistui mieleen ne kokemukset, joissa oli itse päässyt tekemään jotakin. Omat tiedot ja taidot kemiasta koettiin hyvin puutteelliseksi ja hatariksi:



"Ei ole minkäänlaista pohjaa, olen unohtanut kaikki. Ehkä perusaineiden lyhennykset löytyy jostain jos tarkemmin asiaa ajattelee..."

"Mielestäni tiedän asioita, mutta välttämättä en tiedä ovatko ne niitä asioita joita juuri uuden opetussuunnitelman myötä tarvitaan. perinpohjainen tutustuminen kemian OP-Siin on tarpeen."

Hyvin paljon oli epätietoisuutta myös siitä, mitä uusi opetussuunnitelma edellytti opetettavaksi kemiasta alakoulussa.

Kemia oppiaineena

Tutkimukseen osallistuneet luokanopettajat kertoivat kokevansa kemian oppiaineena kiinnostavaksi, mielenkiintoiseksi ja haastavaksi, mutta ei toki aina kaikkia houkuttelevaksi. Ne opettajat, jotka olivat jo sitä ehtineet koulussa opettaa, tiesivät, että oppilaat pitävät kokeiden teosta. Myös opettajalle oppiaine on antoisaa opettaa ja *"...sitä antoisammaksi se tulee, mitä enemmän sitä taitaa itse."* Oppilaat voi saada innostuneiksi ja motivoituneiksi oppimaan kemian ilmiöitä ja ilmiöistä, kun opettajalla on tarvittavat tiedot ja taidot, ja koulun resurssit/materiaalit ovat kunnossa. Toisaalta opettajat korostivat vastauksissaan myös sitä, että aiheet tulee ottaa läheltä lapsen arkielämää ja oppilaiden tulee päästä itse olettamaan, tutkimaan käytännössä ja tekemään johtopäätöksiä.

"Genom att påvisa samband och reaktioner med ämnen som är bekanta för eleverna och finns i deras miljö/omgivning och låta dem själva komma fram till AHA-upplevelser via upptäckter och undersökningar."

Samanlaisia tuloksia on tullut myös Kemian opetus tänään -tutkimuksen mukaan; siihen osallistuneiden opettajien mielestä hyvä kokeellinen työ tukee kemian teorian oppimista. On kuitenkin muistettava, että kokeellinen toiminta ei aina ja automaattisesti johda aktiiviseen tiedon käsittelyyn ja tiedon konstruointiin. Oppilaat tarvitsevat siinä opettajan ohjausta, harjoittelua, tarpeeksi aikaa ja monipuolisia kokeellisuuden työtapoja. (Aksela & Juvonen 1999: 15–21.) Keskustelu ja yhdessä pohdinta ovat siten tärkeitä sekä ennen että jälkeen kokeellisen työn.

Kokeellinen ja tutkiva opettaminen

Ennakkokäsitystensä mukaan opettajat olivat sitä mieltä, että kemiaa oppii kokeilemalla, tekemällä, tutkimalla, lukemalla ja pääättelemällä. Ja erityisesti he korostivat asioiden yhdessä pohtimista laboratoriotyöskentelyn pohjalta saaduista tuloksista. *"Genom att utföra laborationer och tillsammans resonera om dem ... varvat med teoristudier, naturligtvis ... på en enkel nivå"*.

Kysyttäessä heiltä *"Mitä tutkiva opettaminen sinulle tarkoittaa?"* vastauksista kävi ilmi, että kokeilu, itse tekeminen ja ajattelu ovat tärkeimpiä osatekijöitä luokanopettajien mielestä tutkivassa opettamisessa.

Kuten perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissakin (2004) tuodaan esille, on oppiminen seurausta opiskelijan aktiivisesta ja tavoitteellisesta toiminnasta ja se riippuu oppijan aiemmin rakentuneesta tiedosta, motivaatiosta sekä oppimis- ja työskentelytavoista. Kemialle, joka on empiirinen luonnontiede, on luonteenomaisesti erilaisten konkreettisten kokeiden ja laajempien projektien tekeminen. Tutkiva



ote sopii erinomaisesti kemian opettamiseen. Monet koulutukseen tulleet opettajat olivat lähteneet hakemaan vinkkejä ja opastusta kokeellisen kemian opettamiseen.

Koulutustapahtuma

Varsinainen koulutustapahtuma järjestettiin hyödyntäen alkukyselyjen pohjalta saatua dataa. Aamupäivällä käytiin luentojen ja keskustelujen avulla läpi uuden opetussuunnitelman perusteita ja sieltä nousevaa oppimiskäsitystä, kemiaa empiirisenä luonnontieteenä sekä haasteita, joita tutkiva ja kokeellinen lähestymistapa tuo tullessaan opettamiseen ja oppimiseen.

Iltapäivä työskenneltiin laboratoriossa etukäteen suunniteltujen kokeellisten kemiantöiden parissa tehden niitä itse ja samalla pohtien kemiallisia ilmiöitä ja tietysti myös sitä, kuinka ne sopivat omaan luokkaan otettavaksi. Suunnitteluryhmässä oli mietitty etukäteen hyvin tarkkaan opetussuunnitelman pohjalta sellaisia töitä, jotka kattoivat kaikki neljä kemian aihepiiriä ja lisäksi erosivat sekä avoimuutensa että tarkoituksensa pohjalta hyvin paljon toisistaan. Koska meitä ohjaajia oli koulutustapahtumassa mukana useita, oli meidän mahdollista toimia asiantuntijoina ja käydä pohdintoja ja keskusteluja laboratoriotutkimuksia tekevien opettajien kanssa koko ajan heidän tehdessään töitä. Opettajat kävivät keskenään hyvin aktiivisesti keskustelua toistensa kanssa. Yksi tärkeä keskusteluaihe nousi erilaisiin laboratoriovälineisiin tutustuminen.

Kurssitöiden avoimuus ja sopivuus

Tutkimuksessamukana olleiden opettajien mielestä suurin osa kurssilla tehdyistä laboratorio tai tutkimustöistä sopi suoraan oppilaiden kanssa tehtäviksi. He korostivat sitä, että töistä tulee ehtiä keskustella yhdessä ja tehdä johtopäätöksiä. Töitä he pitivät vaihtelevia myös avoimuutensa suhteen. Varsinaisten avointen tehtävien kohdalla opettajat kokivat olevansa konkreettisten neuvojen tarpeessa itse ja epävarmoja siitä, minkälaisia avoimia tehtäviä oppilaiden kanssa voi ottaa. Vastauksista kävi ilmi, että monen opettajan mielestä lapset tarvitsevat selkeitä työohjeita ja enemmän ohjausta.

Kouluilla olevien kemiallisten kokeiden tekoon vaadittavien välineiden puute, mukaan lukien turvallisuusasiat, koettiin hyvin akuutiksi ongelmaksi. Eräs opettaja totesikin: *"Tietää ainakin, mitä toiveita laittaa nyt hankintalistalle..."*; eli oppimisympäristön varustaminen sopivaksi on kyllä mahdollista aikaa myöten. Vastauksista nousi esille myös se, että kemian tunnille meno ilman etukäteisvalmisteluja ei ole mahdollista, jos opetuksen on tarkoitus olla tutkivaa ja kokeilevaa. Opettajat ovat aivan oikeutetusti huolissaan siitä, miten työympäristön saisi kemialle sopivaksi, sillä oppiainetta kohtaan syntyvän motivaation kannalta oppimisympäristökin merkitsee paljon.

Opettajan ja oppijan rooli

Opettajan rooli tutkivassa opettamisessa on hyvinmoninainen ja vaativa. Tehdyn kyselyn mukaan opettajan tulee omata tietotaitoaines opetettavasta kokonaisuudesta, luoda rohkaiseva ja turvallinen oppimisympäristö, herättäämielenkiinto, tukea, neuvoa, motivoida ja ohjata kutakin oppilasta tarpeen mukaan, joten hänen tulee



"pysyä tilanteen tasalla" ja olla myös valmis liittämään käytäntö ja teoria yhteen. Vaikka oppilaan aktiivista roolia korostetaankin, ei se siis kuitenkaan tarkoita sitä, että opettaja voi vetäytyä kovinkaan taka-alalle, vaan hänen on pidettävä ohjat käsissään. Opettajan tehtäväksi ohjaajana viime kädessä jää pitää huolta siitä, että teoria ja käytäntö kohtaavat.

Johtopäätöksiä

Nykyisten opetussuunnitelman perusteiden (2003; 2004) mukaan kemian opetus aloitetaan Suomessa jo perusopetuksen 5. luokalla. Käytännössä opettajina toimivat tällöin luokanopettajat. Heidän roolinsa asenteiden ja innostuksen luojana sekä kemian oppimisen ohjaajana on keskeinen. Lisäksi he toimivat asiantuntijoina sekä perustyötapojen, esimerkiksi pipetoinnin ja punnituksen opettajana. Opetuksen alkuvaiheessa luodaan perusta oppilaiden kemian myöhemmälle opiskelulle ja oppimiselle. Kuten opetussuunnitelman perusteissa tuodaan esille, oppiminen riippuu oppijan aiemmin rakentuneesta tiedosta, motivaatiosta sekä oppimis- ja työskentelytavoista.

Tutkimuksen yhtenä tavoitteena oli selvittää luokanopettajien valmiutta opettaa kemiaa korostaen tutkivaa oppimisotetta ja kokeellisuutta, jolla tässä tarkoitetaan sitä, että opetukseen liitetäänmuunmuassa tutkimusten ja omakohtaisten kokeiden tekoa, havainnointia, mittauksia, johtopäätösten tekoa sekä taitojen harjaannuttamista. Tutkimustuloksena oli, että kokeellisuus ja tutkiva oppimisote on teoriatasolla kylä luokanopettajien tiedossa, mutta sen ottaminen käyttöön oppilaiden kanssa koetaan vaikeammaksi. Mitä avoimemmista oppimistehtävistä on kyse, sitä epävarmemmiksi opettajat kokivat itsensä. Tämä tuli ilmi esimerkiksi siten, että he alkoivat tuoda esille vaatimusta oppilaille tarkoitettujen työohjeiden ja ohjauksen tarkkuudesta ja reseptimäisyydestä. Siispä mahdollisesti seuraavaan jatkotäydennyskoulutustilaisuuteen otetaan opettajan mukaan myös pari oppilasta, jotta voidaan saada kokemusta oppilaiden mahdollisuuksista suoriutua sekä avoimista että suljetummista oppimistehtävistä ja samalla opettajat saavat kokemusta oppilaiden ohjaamisesta tutkivassa oppimistilanteessa.

Vuosiluokkien 1–6 kouluja ajatellen laboratoriotilojen saaminen kemian oppitunneille työskentelyympäristöksi tuskin kovinkaan usein on mahdollista, mutta koulutuksen järjestäminen opettajille autenttisessa tilassa on paikkansa puolustava. Käytännön laboratoriotyö on olennainen osa kemian opiskelua. Opetuslaboratorio sinänsä on hyvinmonimutkainen ympäristö. Siellä on monenlaisia vuorovaikutuksia, kuten opiskelija-toiminta-, opiskelija-välineet-, opiskelija-ohjaaja- ja opiskelija-opiskelija-vuorovaikutukset. Tämän lisäksi näitä kaikkia vuorovaikutuksia voidaan tarkastella kognitiiviselta, psykomotoriselta ja affektiiviselta kannalta (tiedot, taidot, asenteet). (Nakhleh ym. 2002: 69, 79)



Lähteet

Ahtee, M. 1990. Työtavat ja luonnontieteiden opetus. Teoksessa P. Sahlberg (Toim.) Luonnontieteiden opetuksen työtapoja. FINISTEn Opetuksen työtavat -sarja. Valtion painatuskeskus. Helsinki. 25–29.

Ahtee, M. & Sahlberg, P. 1990. Ajattelun kehittäminen. Teoksessa P. Sahlberg (Toim.) Luonnontieteiden opetuksen työtapoja. FINISTEn Opetuksen työtavat -sarja. Valtion painatuskeskus. Helsinki. 39–45.

Aksela, M. & Juvonen, R. 1999. Kemian opetus tänään. Moniste 27/1999. Opetushallitus. Helsinki.

Alasuutari, P. 1993. Laadullinen tutkimus. Vastapaino. Jyväskylä.

Erduran, S. & Scerri, E. 2002. The nature of chemical knowledge and chemical education. Teoksessa Gilbert, J. K., De Jong, O., Justi, R., Treagust, D. F. & Van Driel, J. H. (Toim.). Chemical education. towards research-based practice. Netherlands. Kluwer Academic Publishers. 7–27.

Hakkarainen, K., Lonka, K., & Lipponen, L. 1999. Tutkiva oppiminen, älykkään toiminnan rajat ja niiden ylittäminen. WSOY. Porvoo.

Lukion opetussuunnitelman perusteet 2003. Opetushallitus. Helsinki.

Nakhleh, M., Polles, J. & Malina, E. 2002. Learning chemistry in a laboratory environment.

Teoksessa Gilbert, J. K., De Jong, O., Justi, R., Treagust, D. F. & Van Driel, J. H. (Toim.). Chemical education: towards research-based practice. Netherlands. Kluwer Academic Publishers. 69–94.

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2004. Opetushallitus. Helsinki.

Puolimatka, T. 2002. Opetuksen teoria: Konstruktivismista realismiin. Tammi. Vammala.

