

Kehittämistutkimus: Luonnontieteellistä lukutaitoa yläkoulun kemian opetukseen

Ilona Linnavuori

Pro gradu -tutkielma

Kemian opettajankoulutusyksikkö

Kemian laitos

Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta

Helsingin yliopisto

1/2016

Ohjaajat:

Maija Aksela

Johannes Pernaa

Tiedekunta/Osasto Fakultet/Sektion – Faculty		Laitos/Institution– Department	
Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta		Kemian laitos	
Tekijä/Författare – Author			
Ilona Linnavuori			
Työn nimi / Arbetets titel – Title			
Kehittämistutkimus: Luonnontieteellistä lukutaitoa yläkoulun kemian opetukseen			
Oppiaine /Läroämne – Subject			
Kemia (kemian opettajan suuntautumisvaihtoehto)			
Työn laji/Arbetets art – Level	Aika/Datum – Month and year	Sivumäärä/ Sidoantal – Number of pages	
Pro gradu -tutkielma	1/2016	70+19	
Tiivistelmä/Referat – Abstract			
Luonnontieteellinen yleissivistys on kemian opetuksen pää tavoitteita. Luonnontieteellisesti lukutaitoinen aikuinen kykenee lukemaan kriittisesti ja ymmärtämään tavalliselle kansalle suunnattuja lehtiartikkeleita ja muita tekstejä, jotka sisältävät kemiaan liittyvää sisältöä. Koska arjessa moni kohtaa kemiaan liittyvää informaatiota lähinnä median kautta, voidaan luonnontieteelliseen yleissivistykseen kuuluvaa luonnontieteellistä lukutaitoa pitää jokaisen kansalaisen kannalta merkittävänä taitona. Se on myös kemian opetuksen tärkeä tavoite uudistuneessa Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa. Tässä kehittämistutkimuksessa perehdyttiin yläkoulun kemian opetuksen nykytilaan luonnontieteellisen lukutaidon näkökulmasta. Pääpiirteissään se sisältää kaksi osaa: 1) empiirisen ongelma-analyysin (nk. tarveanalyysin) ja 2) tutkimuspohjaisen oppimateriaalin kehittämisen. Empiirisen ongelma-analyysin tavoitteena oli kartoittaa, miten yläkoulun kemian opettajat tällä hetkellä hyödyntävät valmiiden kemian opetusmateriaalien ulkopuolisia kirjallisia aineistoja opetuksessaan sekä miten tämänhetkinen yläkoulun kemian opetus tukee oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittymistä. Tutkimuskirjallisuuden ja tutkimuksen empiirisen ongelma-analyysin pohjalta kehitettiin oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittymistä tukeva, elintarvikkeiden lisäaineisiin liittyvä oppimateriaali yläkoulun kemian opetukseen. Empiirinen ongelma-analyysi toteutettiin yläkoulun kemian opettajille suunnattuna kyselylomaketutkimuksena, johon vastauksia saatiin 42 kappaletta. Vastausten perusteella näyttää siltä, että yläkoulun kemian opettajat käyttävät erilaisia valmiiden kemian opetusmateriaalien ulkopuolisia kirjallisia aineistoja (esim. sanoma- ja aikakauslehtiartikkelit, Wikipedia-artikkelit, yritysten julkaisut) opetuksessaan. Pääasiassa näiden käytön tavoitteet liittyvät kemian arkielämän yhteyksien havainnollistamiseen, lisätiedon tarjoamiseen, oppilaiden kiinnostuksen tukemiseen sekä ajankohtaisten aiheiden esilletuomiseen. Oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittäminen saa kemian opetuksessa vähemmän huomiota. Tutkimuksessa kehitetyssä tutkimuspohjaisessa oppimateriaalissa pohditaan muun muassa sen sisältämien tekstien kirjoittajien tarkoituksia, arvioidaan teksteissä esitettyjen väitteiden luotettavuutta sekä niissä mahdollisesti esiintyviä puutteita. Vastaavanlaista oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittämiseen suunnattua valmista oppimateriaalia ei opettajille suunnatun kyselyn perusteella ole juuri tarjolla. Kehitetty oppimateriaali, opettajille suunnattu aineisto ja tutkielman teoreettinen viitekehys antavat toisaalta pohjatietoa ja ideoita myös oppimateriaalin ulkopuolisten, kemiaan liittyvien mediatekstien kriittiseen tarkasteluun ja tätä kautta oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittämiseen.			
Avainsanat – Nyckelord – Keywords			
luonnontieteellinen lukutaito, luonnontieteellinen yleissivistys, informaali kemian oppiminen, yläkoulun kemian opetus, oppimateriaali, elintarvikkeiden lisäaineet			
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited			
Kumpulan kampuskirjasto, E-thesis			
Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information			
Ohjaajat: Maija Aksela ja Johannes Pernaa			

Sisällys

1	JOHDANTO	1
2	KEHITTÄMISTUTKIMUS	4
2.1	Tutkimuskysymykset	5
2.2	Tutkimuksen toteutus	6
3	TEOREETTINEN ONGELMA-ANALYYSI	8
3.1	Luonnontieteellinen yleissivistys	8
3.1.1	Määrittelyä	8
3.1.2	Oppilaiden luonnontieteellisen yleissivistyksen tukeminen – esimerkki käytännöstä	11
3.2	Luonnontieteellinen lukutaito	14
3.2.1	Luonnontieteellisen lukutaidon kehittämisen merkitys kemian opetuksen tavoitteena	15
3.2.2	Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet	17
3.2.3	Kemiaan liittyvien mediatekstien kriittinen lukeminen	18
3.2.4	Näkökulmia luonnontieteellisen lukutaidon kehittymisen tukemiseen	20
3.3	Valmiiden kemian opetusmateriaalien ulkopuoliset kirjalliset aineistot kemian opetuksessa ja oppimisessa	23
3.3.1	Informaali oppiminen elinikäisen kemian oppimisen perustana	23
3.3.2	Valmiiden kemian opetusmateriaalien ulkopuoliset kirjalliset aineistot oppilaiden monilukutaidon kehittäjinä	24
3.3.3	Oppilaiden kiinnostuksen ja motivaation tukeminen	25
4	EMPIIRINEN ONGELMA-ANALYYSI	28
4.1	Valmiiden kemian opetusmateriaalien ulkopuolisten kirjallisten aineistojen käyttö yläkoulun kemian opetuksessa	31
4.1.1	Opettajien käyttämät aineistot	31
4.1.2	Tavoitteet aineistojen käytölle	33
4.1.3	Aineistojen käyttötavat	34
4.2	Tämän hetkinen yläkoulun kemian opetus ja luonnontieteellinen lukutaito	36
4.3	Yhteenveto ja johtopäätökset	45
5	OPPIMATERIAALIN KEHITTÄMINEN	49
5.1	Aiheena elintarvikkeiden lisäaineet	49
5.2	Tavoitteet oppimateriaalille	52
5.3	Luonnontieteellisen lukutaidon kehittymistä tukeva oppimateriaali yläkoulun kemian opetukseen	54

5.3.1	Oppimateriaalin arviointi	56
5.3.2	Oppimateriaalin jatkokehittäminen.....	59
6	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA.....	61
6.1	Tutkimuksen luotettavuus	63
	Lähteet	65
	Liitteet	71

Lyhenneluettelo

ADI	Acceptable Daily Intake
L4	Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden (Opetushallitus, 2014) laaja-alaisen osaamisen yleistavoite 4: Monilukutaito
L5	Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden (Opetushallitus, 2014) laaja-alaisen osaamisen yleistavoite 5: Tieto- ja viestintäteknologinen osaaminen
PAH	Polysykliset aromaattiset hiilivedyt
PCB	Polyklooratut bifenyylit

1 JOHDANTO

Vain pieni osa väestöstä päätyy peruskoulun ja mahdollisten muiden opintojen jälkeen selkeästi kemian alalle. Kemian opetus peruskoulussa ja lukiossa onkin saanut välillä kritiikkiä siitä, että se kohtaa kunnolla vain aineen opiskelua myöhemmin jatkavien tarpeet (esim. Millar & Osborne, 1998; Osborne, 2007). Vaikka esimerkiksi tieteenalan peruskäsitteiden monipuolinen opiskelu laajalta alueelta koulussa on tärkeää tulevien kemian ammattilaisten näkökulmasta, monille oppilaille kokemus kemian opiskelusta saattaa jäädä irrallisten faktojen opetteluksi vailla merkitystä (Osborne, 2007).

Oppilaiden kiinnostuksen kemian opiskelua kohtaan on todettu olevan suhteellisen heikkoa (Bennett, Hogarth, & Lubben, 2003; Hofstein, Eilks, & Bybee, 2011; Osborne & Collins, 2001). Erityisesti oppilaiden kiinnostuksen on havaittu laskevan peruskoulu- ja lukioiässä (Bennett, 2003). Yksi tärkeä syy kiinnostuksen puutteen taustalla on se, että oppilaat eivät koe kemian opiskelua itselleen tai jokapäiväisen elämän kannalta merkitykselliseksi (Bennett, 2003; Osborne & Collins, 2001; Osborne, 2007).

Koulutusta koskeva keskustelu onkin viime vuosikymmeninä keskittynyt enemmän ja enemmän siihen, miten tarjota jokaiselle nuorelle merkityksellistä kemian ja luonnontieteiden opetusta, joka palvelee jokaisen yksilön myöhempään elämään valmistautumista (Bennett, 2003). Tosiasia kuitenkin on, että olemme kaikki tieteellisen tiedon kuluttajia, kun esimerkiksi luemme tai kuulemme tieteeseen perustuvia väitteitä tai käytämme tieteelliseen tietoon perustuvia laitteita tai menetelmiä (Millar, 2008).

Ratkaisuna kemian ja luonnontieteiden opetusta koskeviin ongelmiin tutkimuskirjallisuudessa on esiintynyt jo pidemmän aikaa käsite 'scientific literacy'. Suomenkielisissä julkaisuissa käsitteeseen on viitattu vähemmän ja toisaalta myös käännökset ovat vaihtelevia. Esimerkiksi Lavonen ja Meisalo (2006) käyttävät ilmaisuja 'luonnontieteellinen lukutaito' tai 'luonnontieteellinen sivistys', Aksela (2012) ilmaisuja 'tieteellinen lukutaito' tai 'tieteellinen yleissivistys' ja Niemi (2010) ilmaisua 'tieteellisen tiedon lukutaito'.

Käännösten vaihtelevuutta saattaa selittää se, että englanninkielisessä tutkimuskirjallisuudessakaan käsitteen 'scientific literacy' määritelmät eivät ole yksiselitteisiä (Millar, 2006; Osborne, 2007). Toisaalta suomen kielen sana lukutaito on

ehkä turhan suppea ja jopa harhaanjohtava, jos viitataan käsitteen 'scientific literacy' määritelmien koko kirjoon (luku 3.1.1). Tässä tutkielmassa käytän ilmaisua *luonnontieteellinen yleissivistys* viitatessani käsitteeseen 'scientific literacy' laajemmassa näkökulmassa ja ilmaisua *luonnontieteellinen lukutaito* viitatessani luonnontieteellisen yleissivistyksen osaan, jonka määrittelen tässä tutkimuksessa seuraavasti:

Luonnontieteellisesti lukutaitoinen henkilö kykenee lukemaan kriittisesti ja ymmärtämään tavalliselle kansalle suunnattuja lehtiartikkeleita ja muita tekstejä, jotka sisältävät kemiaan liittyvää tai luonnontieteellistä sisältöä. Hän esimerkiksi osaa arvioida tekstien sisältämää informaatiota ja niissä esiintyviä väitteitä.

Yksinkertaistaen luonnontieteellisen yleissivistyksen voidaan sanoa olevan sellaista ymmärrystä tieteestä, jota kaikki kansalaiset tarvitsevat jokapäiväisessä elämässään joko henkilökohtaisiin tai yhteiskunnallisiin tarkoituksiin (Durant, 1993; Millar, 2008; Roberts & Bybee, 2014). Tämä koskee toki myös heitä, jotka saattavat olla tulevaisuuden luonnontieteiden ammattilaisia ja tutkijoita (Millar, 2008). Syvällisemmin luonnontieteellisen yleissivistyksen määritelmää tarkastellaan luvussa 3.1.1 ja luonnontieteellistä lukutaitoa luvussa 3.2.

Arjessa ihmiset kohtaavat kemiaan liittyviä väitteitä ja informaatiota pääasiassa median kautta – esimerkiksi lehdissä, internetissä ja televisiossa. Luonnontieteellistä lukutaitoa voidaankin pitää jokaisen kansalaisen kannalta merkityksellisenä taitona. Tässä tutkimuksessa kartoitettiin, miten yläkoulun kemian opettajat tällä hetkellä hyödyntävät valmiiden kemian opetusmateriaalien ulkopuolisia kirjallisia aineistoja opetuksessaan. Erityisesti tavoitteena oli pureutua siihen, miten tämänhetkinen yläkoulun kemian opetus tukee oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittymistä. Tutkimuskirjallisuuden ja tarveanalyysin pohjalta kehitettiin oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittymistä tukeva, elintarvikkeiden lisäaineisiin liittyvä oppimateriaali yläkoulun kemian opetukseen.

Oppimateriaalin aiheeksi valikoitui elintarvikkeiden lisäaineet, sillä se oli tutkijaa kiinnostava aihe ja toisaalta aihe, joka koskettaa jokaista ja on nykypäivänä paljon esillä. Jotkin mediassa esiintyvät kirjoitukset saattavat kuitenkin antaa lisäaineista hyvin yksipuolisen ja esimerkiksi yksinomaan negatiivisen kuvan – lisäaineista saatetaan puhua jopa myrkyinä. Monien aihetta koskevien tekstien lukemisen voidaankin sanoa vaativan kriittistä silmää, toisin sanoen luonnontieteellistä lukutaitoa tarvitaan.

Opetushallituksen hyväksymässä uudessa Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa (Opetushallitus, 2014) kemian keskeisiä sisältöjä ei ole niin tarkasti rajattu koskemaan tiettyjä kemian ilmiöitä ja aiheita, kuten vuoden 2004 Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa (Opetushallitus, 2004). Voitaneen siis sanoa, että uusi Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet (Opetushallitus, 2014) antaa kemian opettajille enemmän vapauksia käsitellä opetuksessaan tiettyjä valitsemiaan aiheita, jolloin myös elintarvikkeiden lisäaineiden perusteellisempi käsittely on mahdollista. Keskeisissä sisältöalueissa Kemia omassa elämässä ja elinympäristössä -kohdassa toisaalta mainitaan, että *"sisältöjä valitaan siten, että oman elämän -- ilmiöitä pohditaan erityisesti terveyden ja turvallisuuden näkökulmista"*. Mediassa esiintyvät kirjoitukset lisäaineista koskevat usein juuri niiden turvallisuutta ja toisaalta terveysvaikutuksia, jolloin lisäaineet ovat tästäkin näkökulmasta sopiva aihe kemian opetukseen.

Tutkielma koostuu kuudesta luvusta. Luvussa 2 perehdytään kehittämistutkimukseen tutkimusmenetelmänä sekä esitellään tutkimuskysymykset. Luku 3 puolestaan keskittyy tutkimukseen liittyvään tutkimuskirjallisuuteen. Neljäs luku sisältää empiirisen ongelmanalyysin eli siinä perehdytään yläkoulun kemian opetuksen nykytilaan luonnontieteellisen lukutaidon näkökulmasta. Luvussa 5 esitellään tutkimuksen kehittämistuotos. Viimeisessä luvussa muun muassa palataan tutkimuksen keskeisiin tuloksiin sekä pohditaan tutkimuksen luotettavuutta ja merkitystä. Liitteenä ovat tutkimuksessa käytetty kyselylomake yläkoulun kemian opettajille, osioita toteutetusta sisällönanalyysin rungosta, linkki kehitettyyn oppimateriaaliin, oppimateriaalin käyttöä tukeva opettajan aineisto sekä oppimateriaalin arvioinnissa käytetty kyselylomake.

2 KEHITTÄMISTUTKIMUS

Opetuksen tutkimuksen kentällä kehittämistutkimus (engl. *design research* tai *design-based research*) on suhteellisen uusi tutkimusmenetelmä, ensimmäisten alan artikkelien ollessa 1990-luvun alkupuolelta. (Collins, Joseph, & Bielaczyc, 2004; Pernaa, 2013) Erityisesti 2000-luvulla kehittämistutkimus on vakiinnuttanut asemaansa opetuksen tutkimuksessa ja julkaisujen määrä näyttää kasvavan jatkuvasti. (Anderson & Shattuck, 2012)

Tavallisesti opetuksen tutkimus on tapahtunut kaukana jokapäiväisen opetustyön tarpeista ja ongelmista (The Design-Based Research Collective, 2003). Opetuksen tutkimusta onkin kritisoitu siitä, että se ei ole pystynyt tuottamaan käytännönläheistä tietoa kentällä toimivien opettajien työn tueksi. (Pernaa, 2013) Kehittämistutkimus tutkimusmenetelmänä on kehitetty kuromaan umpeen opetuksen tutkimuksen ja käytännön opetustyön välistä kuilua ja se sisältää usein myös tutkijoiden ja opettajien välistä yhteistyötä. (Anderson & Shattuck, 2012; Juuti & Lavonen, 2006)

Kehittämistutkimus on monimuotoinen tutkimusmenetelmä, eikä sitä voida kuvata yksiselitteisesti. Sen tavoitteena on kehittää opetusta tutkimus- ja teoriapohjaisesti ja siinä tutkimustuloksena syntyy jonkinlainen konkreettinen artefakti eli kehittämistuotos. (Aksela & Pernaa, 2013; Anderson & Shattuck, 2012; Pernaa, 2013) Kehittämistuotos voi olla esimerkiksi kurssi, oppimateriaali tai uusi kemian kokeellinen työ (Aksela & Pernaa, 2013).

Edelsonin (2002) mukaan kehittämistutkimus lähtee yleensä liikkeelle jostakin koetusta ongelmasta, tarpeesta tai mahdollisuudesta. Hänen mukaansa kehittämistutkimukselle tyypillistä on sen syklinen ja iteratiivinen luonne – siinä tutkimus ja kehittäminen tapahtuvat teoreettisia ja kokeellisia vaiheita sisältävän syklisen prosessin kautta. (Edelson, 2002)

Toisaalta Juutin ja Lavosen (2006) mukaan kehittämistutkimusta kuvaavat seuraavat piirteet: 1) kehittämistutkimus on iteratiivinen prosessi, joka alkaa muutoksen tarpeesta, 2) kehittäminen johtaa käytettävään tuotokseen ja 3) kehittäminen tuottaa opetusta edistävää tietoa. Tärkeää on, että tavalliset kentällä työskentelevät opettajat pystyisivät käyttämään kehittämistuotosta onnistuneesti, tuntematta välttämättä tarkemmin aiheen teoreettista taustaa. (Juuti & Lavonen, 2006)

Kehittämistutkimus alkaa ongelma-analyysillä, jonka tarkoituksena on selvittää kehittämisen tarpeet, tavoitteet, mahdollisuudet ja haasteet. (Edelson, 2002; Pernaa, 2013) Ongelma-analyysi voi olla teoreettinen tai empiirinen – usein se kuitenkin sisältää molempia analyysimuotoja. (Pernaa, 2013) Teoreettinen ongelma-analyysi koostuu käytännössä aiheeseen liittyvän aikaisemman tutkimuskirjallisuuden kirjallisuusanalyysistä. (Aksela & Pernaa, 2013; Juuti & Lavonen, 2006) Empiirinen ongelma-analyysi, jota kutsutaan usein myös tarveanalyysiksi, voi puolestaan sisältää esimerkiksi jonkinlaisen tuotoksen käyttäjäkohderyhmälle suunnatun kyselyn tai haastattelun tai oppikirjojen sisällönanalyysin (Aksela & Pernaa, 2013).

Kehittämistuotos on tutkijan ratkaisu ongelma-analyysin myötä nousseisiin tarpeisiin ja tavoitteisiin. Se kehittyy lopulliseen muotoonsa vähitellen tutkijan tekemien kehittämispäätösten ja syklisen prosessin kautta, jossa tuotosta kehitetään, arvioidaan valitulla tutkimusmenetelmällä, jatkokehitetään ja uudelleen arvioidaan. Riippuen tutkimuksen luonteesta ja laajuudesta kehittämissyklien lukumäärä voi vaihdella huomattavasti, pro gradu -tutkielmien sisältäessä yleensä yhden tai kaksi sykliä. (Edelson, 2002; Pernaa, 2013)

2.1 Tutkimuskysymykset

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli perehtyä yläkoulun kemian opetuksen nykytilaan luonnontieteellisen lukutaidon näkökulmasta. Lisäksi kehitettiin oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittymistä tukeva, elintarvikkeiden lisäaineisiin liittyvä oppimateriaali yläkoulun kemian opetukseen.

Tutkimuksessa haettiin vastauksia seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

1. Miten yläkoulun kemian opettajat hyödyntävät valmiiden kemian opetusmateriaalien ulkopuolisia kirjallisia aineistoja opetuksessaan?
 - 1.1. Minkälaisia aineistoja opettajat käyttävät ja kuinka usein he käyttävät näitä aineistoja kemian opetuksessaan?
 - 1.2. Mitä tavoitteita varten opettajat käyttävät tällaisia aineistoja kemian opetuksessaan?

2. Miten tämänhetkinen yläkoulun kemian opetus tukee oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittymistä?
3. Millainen oppimateriaali tukee oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittymistä?

2.2 Tutkimuksen toteutus

Tähän tutkimukseen sisältyi kaksi kehittämissykliä ja tutkimusta voidaan karkeasti kuvata seuraavasti:

1. Teoreettinen ongelma-analyysi
2. Empiirinen ongelma-analyysi
3. Ensimmäinen kehittämistuotos
4. Kehittämistuotoksen arviointi (empiirinen ongelma-analyysi 2)
5. Kehittämistuotoksen jatkokehittäminen
6. Raportointi

Ongelma-analyysi siis koostui tässä tutkimuksessa sekä teoreettisesta että empiirisestä vaiheesta. Teoreettinen ongelma-analyysi (luku 3) suoritettiin perehtymällä luonnontieteellistä yleissivistystä ja lukutaitoa koskevaan aiempaan tutkimuskirjallisuuteen. Lisäksi tutustuttiin valmiiden kemian opetusmateriaalien ulkopuolisten kirjallisten aineistojen opetukselliseen käyttöön – erityisesti informaalin elinikäisen kemian oppimisen ja oppilaiden kiinnostuksen ja motivaation tukemisen näkökulmista.

Empiirinen ongelma-analyysi puolestaan toteutettiin yläkoulun kemian opettajille suunnattuna kyselylomaketutkimuksena. Sen tarkoituksena oli perehtyä yläkoulun kemian opetuksen nykytilaan luonnontieteellisen lukutaidon näkökulmasta. Käytännössä tämä toteutettiin selvittämällä, miten yläkoulun kemian opettajat tällä hetkellä hyödyntävät valmiiden kemian opetusmateriaalien ulkopuolisia kirjallisia aineistoja opetuksessaan sekä kysymällä opettajilta tarkempia luonnontieteelliseen lukutaitoon ja opetukseensa liittyviä kysymyksiä. (luku 4)

Teoreettisen ja empiirisen ongelma-analyysin pohjalta nousseiden tarpeiden ja tavoitteiden pohjalta kehitettiin elintarvikkeiden lisäaineisiin liittyvä oppimateriaali, jonka tavoitteena on tukea oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittymistä. Kehittämistuotosta

arvioitiin lähettämällä yläkoulun kemian opettajille oppimateriaaliin liittyvä verkkokysely, jonka perusteella oppimateriaalia edelleen jatkokehitettiin. (luku 5)

Empiirisen ongelma-analyysin avulla etsittiin siis ratkaisuja ensimmäiseen ja toiseen tutkimuskysymykseen. Näihin liittyviä tuloksia tarkastellaan viimeisen luvun lisäksi luvussa 4.3. Teoreettisen ongelma-analyysin, kehittämisprosessin ja -tuotoksen tarkoituksena puolestaan on vastata kolmanteen tutkimuskysymykseen.

Tutkimuksen luotettavuuden kannalta on tärkeää, että kehittämisprosessi kuvataan mahdollisimman tarkasti. (Collins et al., 2004; Edelson, 2002) Tämä pro gradu -tutkielma toimii koko tutkimuksen raportointina.

3 TEOREETTINEN ONGELMA-ANALYYSI

Kemian opetukselle on vuosien saatossa asetettu erilaisia tavoitteita, joiden mukaan opetussuunnitelmat ovat päivittyneet. Nykyään ajatellaan, että kemian ja luonnontieteiden opetuksen tulisi antaa oppilaille valmiuksia elää kohtuullisella mukavuudella ja luottamuksella yhteiskunnassa, johon tiede on vahvasti vaikuttanut ja sitä muokannut – esimerkiksi esineineen ja laitteineen, käsityksineen ja arvoineen. (Osborne, 2007) Koska tieteellisten kysymysten merkitys jokapäiväisessä elämässämme kasvaa koko ajan, väestöllä tulee olla riittävästi tietoa ja ymmärrystä seurata tiedettä ja siihen liittyvää yhteiskunnallista keskustelua (Akengin & Sirin, 2013; Millar & Osborne, 1998). Toisaalta tavoitteena on, että kansalaiset pystyisivät myös itse ottamaan osaa näihin keskusteluihin, ilmaisemaan omia mielipiteitään sekä soveltamaan tiedettä omaan jokapäiväiseen elämäänsä (Akengin & Sirin, 2013; DeBoer, 2000). Nyky-yhteiskunnan valtavan informaatiotulvan keskellä on myös ensiarvoisen tärkeää, että oppilaat oppisivat suhtautumaan kriittisesti kohtaamiinsa kemiaan ja luonnontieteisiin liittyviin väitteisiin (Kolstø, 2001).

Yllä olevien esimerkkien opetuksen yleisistä tavoitteista voidaan sanoa kaikkien liittyvän jollain tavoin oppilaiden luonnontieteellisen yleissivistyksen kehittämiseen. Seuraavaksi tarkastellaan määritelmiä luonnontieteelliselle yleissivistykselle tarkemmin. Alaluku 3.2 puolestaan keskittyy tarkemmin luonnontieteelliseen lukutaitoon luonnontieteellisen yleissivistyksen osana.

3.1 Luonnontieteellinen yleissivistys

3.1.1 Määrittelyä

Käsite 'luonnontieteellinen yleissivistys' (engl. *scientific literacy*) esiteltiin ensimmäisen kerran 1950-luvun lopulla (DeBoer, 2000). Vaikka käsite on nykyään laajalti käytössä ja sitä pidetään yleisesti kemian ja luonnontieteiden opetuksen toivottuna päämääränä, ei sen määritelmästä olla edelleenkaan yksimielisiä (DeBoer, 2000; Hodson, 2008; Millar 2008). Luonnontieteellisen yleissivistyksen voidaankin sanoa olevan hyvin moniulotteinen käsite, jota ympäröivät monet merkittävät vuosien saatossa vaihdelleet koulutusteemat. Suhteellisen yksimielisiä ollaan kuitenkin siitä, että luonnontieteellinen yleissivistys merkitsee laajaa ja käytännön ymmärrystä tieteestä. (DeBoer, 2000) Sen kehittämisen

pääasiallisena tarkoituksena ei ole valmistautuminen tiettyihin tieteellisiin tai teknisiin uriin, vaan käsitteellä viitataan kaikkien oppilaiden luonnontieteellisiin tarpeisiin (DeBoer, 2000; Roberts, 2007).

Durantin (1993, s. 129) mukaan luonnontieteellisen yleissivistyksen voidaan lyhyesti sanottuna sanoa merkitsevän sitä, ”mitä tavallisten kansalaisten pitäisi tietää tieteestä”. Käsitteen laajuutta ja moniulotteisuutta avartaa esimerkiksi Cavasin, Ozdemin, Cavasin, Cakiroglun ja Ertepinarin (2013, s. 384) yhteenveto, jonka mukaan luonnontieteellinen yleissivistys tarkoittaa niitä ”kykyjä ja taitoja, joita tarvitaan vastuullisena kansalaisena toimimiseen tieteen ja teknologian hallitsemassa yhteiskunnassa. Määritelmä ei ainoastaan sisällä tieteen tuntemusta ja ymmärrystä tieteestä, vaan myös yhdistelmän asenteita, arvoja ja ajattelua, jotka liittyvät tieteeseen ja teknologiaan ja niiden yhteiskunnallisiin vaikutuksiin.”

Konkreettisemman kuvan luonnontieteellisen yleissivistyksen määritelmästä antanevat erilaiset tarkemmat listaukset siitä, mitä luonnontieteelliseen yleissivistykseen sisältyy tai mitä ominaisuuksia tai taitoja luonnontieteellisesti yleissivistyneellä henkilöllä tulisi olla. Luonnontieteellisen yleissivistyksen määritelmästä puhuttaessa yksi viime vuosinakin melko yleisesti viitattu lähde on Yhdysvaltojen *National Science Education Standards* (National Research Council, 1996, s. 22). Sen mukaan luonnontieteellinen yleissivistys on ”tietoa ja ymmärrystä tieteellisistä käsitteistä ja menetelmistä, joita tarvitaan henkilökohtaiseen päätöksentekoon, osallistumiseen kansalaistoimintaan ja kulttuuriasioihin sekä taloudelliseen tuottavuuteen”. *National Science Education Standards* (National Research Council, 1996, s. 22) määrittelee ihmisen luonnontieteellisesti yleissivistyneeksi, jos hän:

- pystyy lukemaan ymmärryksellä tieteeseen liittyviä tavalliselle kansalle suunnattuja artikkeleita ja ottamaan osaa yhteiskunnalliseen keskusteluun koskien näiden artikkelien johtopäätösten pätevyyttä
- osaa pyytää, löytää tai selvittää vastauksia arkipäivän kokemuksista nousseisiin kysymyksiin
- kykenee kuvailemaan, selittämään ja ennustamaan luonnonilmiöitä
- osaa tunnistaa kansallisten ja paikallisten päätösten taustalla olevia tieteellisiä kysymyksiä sekä ilmaista valistuneita mielipiteitä tieteisiin ja teknologiaan liittyvistä aiheista

- kykenee arvioimaan tieteellisen tiedon laatua sen lähteen sekä sen tuottamiseen käytettyjen menetelmien perusteella
- kykenee esittämään ja arvioimaan näyttöön perustuvia argumentteja ja asianmukaisesti tekemään niistä päätelmiä

Toisaalta esimerkiksi Millarin (2006), Norrisin ja Phillipsin (2003) luonnontieteellistä yleissivistystä koskevaan kirjallisuuskatsaukseen perustuvan listauksen mukaan luonnontieteelliseen yleissivistykseen sisältyvät seuraavat asiat:

- Yksinkertaisten tieteellisten asioiden ymmärtäminen
- Tieteen ja sen sovellusten ymmärtäminen
- Tieto siitä, mikä lasketaan tieteeksi; kyky erottaa tiede niin sanotusta ”ei-tieteestä”
- Kyky ja halu olla itsenäinen, elinikäinen luonnontieteiden oppija
- Kyky käyttää tieteellistä tietoa ongelmanratkaisuun
- Tieto, jota tarvitaan sivistyneeseen osallistumiseen tieteeseen perustuviin yhteiskunnallisiin aiheisiin
- Luonnontieteiden luonteen ymmärtäminen
- Luonnontieteiden arvostaminen ja luonteva suhtautuminen niihin, sisältäen ihmettelyä ja uteliaisuutta
- Tieto tieteen riskeistä ja hyödyistä
- Kyky suhtautua kriittisesti tieteisiin ja kyky käsitellä tieteellistä asiantuntemusta

Akengin ja Sirinin (2013) kirjallisuuskatsauksen mukaan luonnontieteellisesti yleissivistynyt henkilö pystyy muun muassa keräämään, analysoimaan ja arvioimaan tieteellisiä ja teknologisia informaatiolähteitä. Lisäksi hän kykenee käyttämään näitä informaatiolähteitä päätöksenteossa, toiminnassaan sekä ongelmanratkaisuprosesseissa. (Akengin & Sirin, 2013)

Englannissa käynnissä olevan Twenty First Century Science -projektin (luku 3.1.2) mukaan luonnontieteellisesti yleissivistynyt henkilö puolestaan kykenee:

- arvostamaan ja ymmärtämään tieteen ja teknologian vaikutuksen jokapäiväiseen elämään
- tekemään valistuneita henkilökohtaisia päätöksiä tieteeseen liittyvistä asioista, kuten terveydestä, ruokavaliosta, energiavarojen käytöstä
- lukemaan ja ymmärtämään olennaiset asiat tiedettä sisältävistä mediateksteistä

- tarkastelemaan ja arvioimaan kriittisesti informaatiota, jota sisältyy ja (usein tärkeämpänäkin) on jätetty pois tällaisista teksteistä
- osallistumaan luontevasti tiedettä käsitteleviin keskusteluihin

(Nuffield Foundation, 2015)

Vaikka eri lähteiden näkökulmat luonnontieteellisen yleissivistyksen määritelmästä poikkeavat enemmän ja vähemmän toisistaan ja painottavat eri asioita, monesti luonnontieteelliseen yleissivistykseen nähdään toisaalta sisältyvän:

- yksinkertaisten luonnontieteellisten käsitteiden ja faktojen ymmärtäminen
- tieteellisen tutkimuksen menetelmien sekä tuotetun tiedon luonteen ymmärtäminen
- luonnontieteiden, teknologian, yhteiskunnan ja ympäristön keskinäisten suhteiden ymmärtäminen

(Kachan, Guilbert, & Bisanz, 2006; Ratcliffe & Millar, 2009)

3.1.2 Oppilaiden luonnontieteellisen yleissivistyksen tukeminen – esimerkki käytännöstä

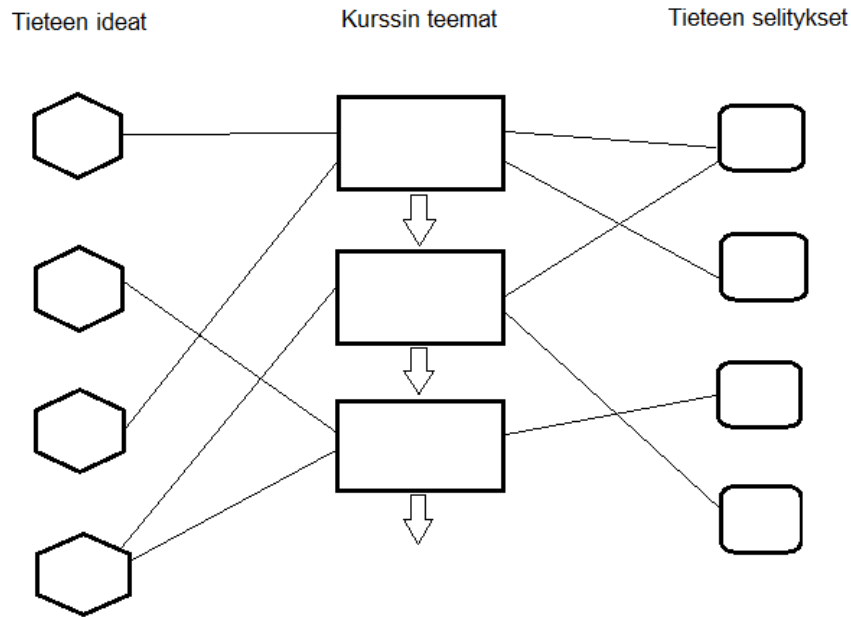
Esimerkki maasta, jossa oppilaiden luonnontieteellisen yleissivistyksen kehittäminen on otettu hyvin vahvasti ja näkyvästi tiedeopetukseen mukaan, on Englanti. Maassa käynnissä olevan kansallisen Twenty First Century Science -projektin yhteydessä monet koulut ovat ottaneet käyttöönsä kaikille 15–16 -vuotiaille suunnatun tiedekurssin, joka on kehitetty erityisesti parantamaan oppilaiden luonnontieteellistä yleissivistystä. (Millar, 2006) Twenty First Century Science -projektin määritelmä luonnontieteellisesti yleissivistyneelle henkilölle on esitetty edellisessä luvussa.

Kaikille oppilaille suunnattu luonnontieteellistä yleissivistystä painottava tiedekurssi pohjautuu näkemykseen, jonka mukaan kaikki kansalaiset ovat tieteellisen tiedon kuluttajia. Jokaisen pitäisi siis pystyä käsittelemään elämässään kohtaamaansa tieteellistä tietoa – ja toisaalta myös informaatiota, jota väitetään ”tiedoksi”. (Millar, 2006) Kurssia varten on kehitetty monipuolista oppimateriaalia ja opettajat ovat muun muassa saaneet koulutusta harvemmin käytettyjen opetusmenetelmien käyttöön sekä uusien sisältöjen opetukseen. (Millar, 2006; Millar, 2008)

Twenty First Century Science -projektin mukaan valistuneet kansalaiset tarvitsevat ymmärrystä sekä tieteen sisällöistä että tieteellisen tiedon luonteesta. Jälkimmäiseen kuuluvat esimerkiksi ymmärrys tavoista, miten tieteellistä tietoa saavutetaan, tarkistetaan ja kehitetään sekä ymmärrys jotakin väitettä tai johtopäätöstä tukevien luotettavien argumenttien ominaispiirteistä. Kurssi koostuukin niin sanotuista *tieteen selityksistä* (science explanations) sekä *tieteen ideoista* (ideas about science), joiden ajatellaan olevan kaikkien kansalaisten kannalta tärkeitä. (Millar, 2006)

Kurssilla käsiteltäviin *tieteen selityksiin* kuuluvat muun muassa kemikaalit (käsitys aineesta), kemiallinen muutos, materiaalit ja niiden ominaisuudet sekä energialähteet ja niiden käyttö. Twenty First Century Science -projektin näkemyksen mukaan kansalaisten tarvitsema ymmärrys tieteen tärkeimmistä selityksistä on luonteeltaan laaja-alaista ja laadullista, eikä monien oppilaiden luotaantyöntäviksi kokemia yksityiskohtia juuri tarvita. *Tieteen ideoihin* puolestaan kuuluvat esimerkiksi tieteellinen tutkimusaineisto ja sen rajoitukset, korrelaatio ja syy, tiedeyhteisön toiminta ja riskit. (Millar, 2006)

Kurssi rakentuu yhdeksän teeman ympärille, joiden aiheet on valittu kurssin kohderyhmän kiinnostus silmällä pitäen. Näihin teemoihin lukeutuvat esimerkiksi ilmanlaatu, terveenä pysyminen, materiaalivalinnat ja ravintoon liittyvät asiat. Kurssin sisältöihin kuuluvat *tieteen selitykset* ja *tieteen ideat* esitellään ja niihin liittyvää ymmärrystä kehitetään kurssin teemojen kautta – jokaisen teeman yhteydessä käsitellään yhtä tai kahta *tieteen selitystä* ja *idea*a (Kuva 1). Tärkeää on, että jokainen *tieteen selitys* ja *idea* kohdataan vähintään kahdesti yhdeksän teeman yhteydessä. Tällä pyritään saamaan oppilaat ymmärtämään, että varsinkin *tieteen ideat* liittyvät moneen tieteeseen liittyvään aiheeseen, eikä vain siihen kontekstiin, jossa ne opetetaan. (Millar, 2006; Millar, 2008)



Kuva 1: Twenty First Century Science -projektin kaikille oppilaille suunnatun luonnontieteellistä yleissivistystä kehittävän tiedekurssin rakenne pääpiirteissään. Kuva laadittu Millarin (2006) tutkimusraportin kuvan 2 pohjalta.

Twenty First Century Science -projektin tulokset ovat olleet lupaavia – esimerkiksi useimpien opettajien havaintojen mukaan oppilaiden luonnontieteellinen yleissivistys on kehittynyt ja heidän kiinnostuksensa ja sitoutumisensa tiedeopetukseen kasvaneet (Millar, 2006). Tarkempaa tietoa kurssista ja sen tuloksista käytännössä antavat esimerkiksi Millarin (2006) sekä Ratcliffen ja Millarin (2009) tutkimusraportit.

Twenty First Century Science -projektin oppilaiden luonnontieteellisen yleissivistyksen kehittämiseksi suunniteltu laaja tiedekurssi lienee tällä hetkellä ainoa laatuaan (Roberts & Bybee, 2014). Muuten tutkimuskirjallisuus antaa lähinnä joitakin yleisluontoisia ohjeita ja huomioita luonnontieteellisen yleissivistyksen kehittämiseksi. Esimerkiksi Akengin & Sirinin (2013) mukaan lukuharrastus ja ajankohtaisten uutisten seuraaminen kehittävät luonnontieteellistä yleissivistystä tehokkaasti. Heidän mukaansa luonnontieteellistä yleissivistystä kehittävien kurssiaktiviteettien tavoitteena tulisi olla muun muassa oppilaiden tekstinymmärtämis-, tulkinta- ja tutkimustaitojen parantaminen. Toisaalta myös niin sanottujen tieteellisten taitojen (esimerkiksi havainnointi, kyseenalaistaminen, johtopäätösten tekeminen ja soveltaminen) kehittämisellä on havaittu olevan yhteys oppilaiden luonnontieteellisen yleissivistyksen kehittymiseen (Bauer, L., Nelson, D., Parsons, A., & Purdum, 1998).

Goodrumin [2004, 2007] mukaan kemian ja luonnontieteiden opetuksessa tulisi painottaa vähemmän esimerkiksi oppikirjariippuvaisten abstraktien tiedesisältöjen ulkoa muistamista, reseptimäisiä aktiviteetteja, yksilötehtäviä, luennointia ja demonstraatioita, jos tavoitteena on kehittää oppilaiden luonnontieteellistä yleissivistystä. Hänen mukaansa sen sijaan opettajien tulisi antaa enemmän painoarvoa tiedesisältöjen esittämiseen oppilaiden jokapäiväisen elämän kannalta merkityksellisinä ja käyttökelpoisina käyttäen useisiin lähteisiin perustuvia opetus- tai oppimiskonteksteja. Toisaalta Goodrum [2004, 2007] ehdottaa myös formatiiviseen arviointiin keskittymistä summatiivisen sijaan. (Sarkar & Corrigan, 2014)

3.2 Luonnontieteellinen lukutaito

Tavalliset kansalaiset saavat kemiaan liittyvää informaatiota pääasiassa median kautta (Ford, 1998; Jarman & McClune, 2001; Korpan, Bisanz, Bisanz, & Henderson, 1997; Wellington & Osborne, 2001). Ihmiset kohtaavat kemiaan liittyviä väitteitä ja erilaisia raportteja esimerkiksi sanoma-, iltapäivä- ja aikakauslehdissä, uutisissa, mainoksissa, televisiosarjoissa ja -dokumenteissa, mielipidekirjoituksissa, internetin keskustelupalstoilla ja niin edelleen. Kemiaan liittyvien väitteiden taustalta saattaa kuitenkin esimerkiksi puuttua niitä tukeva tieteellinen näyttö, ne voivat ovat puolueellisten lähteiden esittämiä tai puutteellisen logiikan tulosta (Ford, 1998). Onkin tärkeää, että oppilaat oppivat suhtautumaan kriittisesti kohtaamiinsa väitteisiin ja informaatioon sekä lukemaan, ymmärtämään ja arvioimaan eri muodoissa olevia kemiaan ja luonnontieteisiin liittyviä tekstejä (Hodson, 2008; Kolstø, 2001).

Hodsonin (2008) mukaan ollakseen täysin luonnontieteellisesti yleissivistyneitä oppilaiden pitäisi pystyä erottamaan ”hyvä tiede, huono tiede ja ei-tiede”, tekemään kriittisiä arvioita siitä, mihin uskoa, ja käyttämään tieteellistä informaatiota ja tietoa päätöksenteossaan. Toisin sanoen heidän pitäisi pystyä olemaan ”tieteen kriittisiä kuluttajia” (Hodson, 2008). Yleisestikin luonnontieteellisen yleissivistyksen mittana ja toivottuna tuloksena pidetään kykyä lukea kriittisesti sekä ymmärtää ja arvioida mediassa julkaistavia luonnontieteisiin liittyviä erilaisia artikkeleita ja tekstejä (Elliott, 2006; Kachan et al., 2006; Korpan et al., 1997; Norris & Phillips, 2003), mikä tulee esille myös luvun 3.1.1 määritelmässä.

Tässä tutkimuksessa keskityn luonnontieteellisen yleissivistyksen yllä kuvattuun puoleen, johon siis viitataan käsitteellä *luonnontieteellinen lukutaito* erotuksena luonnontieteellisen yleissivistyksen laajemmalle määritelmälle. Tämän tutkielman puitteissa määrittelen luonnontieteellisen lukutaidon tarkemmin seuraavasti:

Luonnontieteellisesti lukutaitoinen henkilö kykenee lukemaan kriittisesti ja ymmärtämään tavalliselle kansalle suunnattuja lehtiartikkeleita ja muita tekstejä, jotka sisältävät kemiaan liittyvää tai luonnontieteellistä sisältöä. Hän esimerkiksi osaa arvioida tekstien sisältämää informaatiota ja niissä esiintyviä väitteitä.

Tutkimuksen rajaamiseksi määrittelen luonnontieteellisen lukutaidon koskemaan tässä siis vain erilaisia *kirjallisia* aineistoja, vaikka toki kansalaiset voivat kohdata kemiaan ja luonnontieteisiin liittyvää sisältöä myös muun muassa liikkuvan kuvan (esimerkiksi televisiouutiset ja -dokumentit) tai äänen (esimerkiksi radiohaastattelut ja -mainokset) kautta.

3.2.1 Luonnontieteellisen lukutaidon kehittämisen merkitys kemian opetuksen tavoitteena

Oppilaiden luonnontieteisiin liittyvien mediaraporttien kriittisessä lukemisessa on parantamisen varaa – esimerkiksi Phillipsin ja Norrisin (1999) mukaan monet oppilaat hyvin luottavaisesti ja kyseenalaistamatta hyväksyvät erilaisten luonnontieteisiin liittyvien mediaraporttien lausunnot. Oliverasin, Márquezin ja Sanmartín (2013) tutkimuksessa muun muassa havaittiin, että jos luonnontieteitä koskeva artikkeli sisälsi oppilaiden tieteellisenä pitämän sanan (esimerkiksi happo, konsentraatio tai kelluvuus), saattoivat oppilaat ajatella sen olevan riittävä peruste artikkelin tieteellisyydelle ja sen kirjoittajan väitteiden todenperäisyydelle. Toisaalta oppilaat saattoivat pitää artikkelin informaatiota pätevänä sillä perusteella, että he luottivat sanomalehteen tai koska he ajattelivat, että artikkelin kirjoittaja on perillä asioista (Oliveras et al., 2013).

Uutisten sisältöjen ja tekstillisten elementtien tarkastelun ja arvioimisen on todettu olevan oppilaille haastavaa (Tsai, Chen, Chang, & Chang, 2013). Luonnontieteisiin liittyviä artikkeleita lukiessaan oppilailla on toisaalta havaittu olevan vaikeuksia tunnistaa esimerkiksi kirjoittajan tarkoitus. Jos luonnontieteitä koskeva teksti puolestaan ei sisällä siinä esiintyvää informaatiota tukevaa tieteellistä tutkimusaineistoa (data), tieteellisiä

perusteluja (scientific arguments) tai todistusaineistoa (evidence), oppilaat helposti kehittävät perusteettomia oletuksia näiden tilalle. (Oliveras et al., 2013)

Monet oppilaat luottavat myös turhan naiivisti internetin sisältöihin (Hodson, 2008). Kiilin, Laurisen ja Marttusen (2008) tutkimuksen mukaan internetiä tiedonlähteenään käyttäessään oppilaat esimerkiksi useammin arvioivat sieltä löytyvän informaation relevanssia kuin sen luotettavuutta. Oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittämiseksi on siis tarvetta.

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden (Opetushallitus, 2014) mukaan perusopetuksen tulisi kannustaa oppilaita harjoittelemaan oman elämänsä kannalta tärkeitä taitoja. Luonnontieteellistä lukutaitoa voidaan pitää jokaisen kansalaisen kannalta merkityksellisenä taitona, sillä koulun päättymisen jälkeen suuri osa ihmisistä kohtaa kemiaan ja luonnontieteisiin liittyvää informaatiota lähinnä median kautta (Jarman & McClune, 2001; Korpan et al., 1997; Tsai et al., 2013; Wellington & Osborne, 2001). Koska kemiaan liittyvät uutisraportit ja muut tekstit voivat muun muassa vaikuttaa kansalaisten henkilökohtaiseen päätöksentekoon esimerkiksi terveyttä ja elämäntyyliä koskevista asioista (Hodson, 2008; Tsai et al., 2013), on luonnontieteellisen lukutaidon merkitys ilmeinen. Toisaalta luonnontieteellisen lukutaidon tavoitteellinen harjaannuttaminen parantaa myös yleisesti oppilaiden elinikäisen kemian ja luonnontieteiden oppimisen edellytyksiä. (Murcia, 2009)

Kemian ja luonnontieteiden opetus saattaa helposti antaa vaikutelman tieteestä joustamattomana, muuttumattomana ja varmana. (Hodson, 2008; Jarman & McClune, 2001) Jarman ja McClune (2001) huomauttavat, että jos oppilaille jää kouluopetuksesta tällainen mielikuva, heidän voi olla hyvin vaikeaa käsitellä mediassa esiintyvää tiedettä. Onkin tärkeää, että oppilaat oppivat ymmärtämään, että varsinkin niin sanottu tekeillä oleva tiede (engl. *science in the making*) on usein alustavaa, kiistanalaista ja näyttöpohjaltaan heikkoa. (Jarman & McClune, 2001) Tässä apuna saattaa olla esimerkiksi yleistajuisten artikkelien käyttö opetuksessa, sillä näissä tieteellisiä havaintoja esitellään usein väliaikaisluonteisina kiistattomien faktojen sijaan. (Parkinson & Adendorff, 2004)

Hodsonin (2008) mukaan luonnontieteellisen lukutaidon kehittäminen voi toisaalta herätellä ihmisiä antautumasta sokeasti niin sanottujen vaihtoehtoisten tieteiden tai esimerkiksi ”ihmelääkkeiden” tai ”mullistavien ruokavalioiden” houkutuksille. Luonnontieteellinen lukutaito voi parantaa myös muun muassa ihmisten kykyä arvioida ja

suhtautua asianmukaisesti esimerkiksi mainostoimistojen käyttämiin niin sanottuihin ”tieteellisesti todistettu” -väittämiin (Hodson, 2008). Luonnontieteellisen lukutaidon kehittämiseen suunnatut harjoitukset voivat myös lisätä oppilaiden kiinnostusta kemian opiskelua kohtaan. Esimerkiksi Oliverasin, Márquezin ja Sanmartín (2013) tutkimuksessa oppilaiden reaktiot tämän tyyppisiin harjoituksiin olivat hyvin positiivisia.

3.2.2 Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet

Vaikka Opetushallituksen hyväksymässä uudessa Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa (Opetushallitus, 2014) ei suoraan mainita käsitettä luonnontieteellinen lukutaito, voidaan sen useiden tavoitteiden kuitenkin nähdä liittyvän oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittämiseen. Vuosiluokkien 7–9 kemian opetuksen tavoitteena on muun muassa ohjata oppilasta käyttämään ja arvioimaan kriittisesti eri tietolähteitä. Kemian tavoitteisiin liittyvissä keskeisissä sisältöalueissa puolestaan mainitaan, että sisältöihin kuuluvat tutustuminen kemiaan liittyviin uutisiin, ajankohtaisiin ilmiöihin, sovelluksiin ja nykypäivän tutkimukseen. Tämä varmasti käytännössä luonnistuu mediaa hyödyntämällä, mikä puolestaan edellyttää luonnontieteellistä lukutaitoa.

Oppiaineen tehtävissä mainitaan, että opetuksen tulee tukea oppilaiden valmiuksia tehdä valintoja sekä käyttää tietoja ja taitoja elämän eri tilanteissa (Opetushallitus, 2014). Koska esimerkiksi luonnontieteisiin liittyvät uutisraportit voivat vaikuttaa kansalaisten päätöksentekoon (Hodson, 2008; Tsai et al., 2013), voidaan luonnontieteellisen lukutaidon kehittämisen sanoa liittyvän tähän tehtävään. Oppiaineen yleisissä tehtävissä ilmoitetaan lisäksi, että kemian opetuksen yhtenä tehtävänä on ohjata tiedon luotettavuuden ja merkityksen arviointiin eri tilanteissa (Opetushallitus, 2014).

Uudessa Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa (Opetushallitus, 2014) yhtenä laaja-alaisen osaamisen yleistavoitteena (L4) on oppilaiden monilukutaidon kehittäminen. Monilukutaito on määritelty muun muassa taidoksi tulkita, tuottaa ja arvottaa erilaisia tekstejä. Toisaalta sen ilmoitetaan merkitsevän taitoa hankkia, yhdistää, muokata, tuottaa, esittää ja arvioida tietoa eri muodoissa, eri ympäristöissä ja tilanteissa. Lisäksi mainitaan, että monilukutaito tukee kriittisen ajattelun ja oppimisen taitojen kehittymistä. (Opetushallitus, 2014, s. 22) Vuosiluokilla 7-9 harjoittelun painopisteeksi ilmoitetaan muun muassa analyyttinen ja kriittinen lukutaito. (Opetushallitus, 2014, s. 283)

Luonnontieteellisen lukutaidon voidaan siis katsoa olevan osa monilukutaitoa, joten tästäkin syystä sen huomioimista voidaan pitää tärkeänä kemian opetuksessa.

Myös parhaillaan käytössä olevassa Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa (Opetushallitus, 2004) luonnontieteelliseen lukutaitoon liittyvänä kemian opetuksen tavoitteena on muun muassa se, että oppilas oppii arvioimaan tiedon luotettavuutta ja merkitystä. Toisaalta yleisissä oppimistavoitteissa Viestintä ja mediataito -aihekokonaisuuden tavoitteena mainitaan, että oppilas oppii suhtautumaan kriittisesti median välittämiin sisältöihin (Opetushallitus, 2004, s. 39). Tässä opetuksen keskeisissä sisällöissä on muun muassa mainittu viestien sisällön ja tarkoituksen erittely ja tulkinta sekä lähdekritiikki.

3.2.3 Kemiaan liittyvien mediatekstien kriittinen lukeminen

Erilaisten kemiaan liittyvien mediatekstien erinomainen ymmärtäminen ja kriittinen lukeminen, joiden voidaan katsoa kuuluvan luonnontieteelliseen lukutaitoon, vaativat hyvin monipuolista osaamista. Tarvitaan toisaalta tietynlaista kemian tietämystä sekä ymmärrystä luonnontieteiden tutkimusmenetelmistä ja käytänteistä yleensä, mutta myös esimerkiksi tietoisuutta tiedotusvälineiden toiminnasta (Jarman & McClune, 2010; McClune & Jarman, 2010; Norris & Phillips, 2003).

Ilman minkäänlaista kemian osaamista kemiaan liittyvien mediaraporttien sisäistäminen on hyvin rajoittunutta. Kemian perustiedot auttavat ymmärtämään kemiaan liittyvien mediaraporttien tekstiä, niissä käytettyä sanastoa ja esimerkiksi tulkitsemaan kuvaajia. Toisaalta erilaisten mediatekstien kriittisessä lukemisessa tarvitaan myös ymmärrystä kokeellisten menetelmien merkityksestä uuden tiedon saavuttamisessa ja tähän liittyen esimerkiksi ymmärrystä tutkimusaineiston luotettavuuden ja pätevyyden arvioinnista. (McClune & Jarman, 2010) Mitä paremmin lukija toisaalta tuntee artikkelissa tai muussa mediatekstissä käsitellyn kemiaan liittyvän aihepiirin ennestään, sitä paremmin tällaisen tekstin kriittinen arviointi yleensä luonnistuu. (Oliveras et al., 2013)

Apuna on myös se, jos tiedeyhteisön yleiset toimintatavat ovat lukijalle jossain määrin tuttuja – esimerkiksi tavat, joilla uutta tietoa rakennetaan ja siitä tiedotetaan. Lisäksi kriittisen lukijan olisi tärkeää tiedostaa varsinkin niin sanotun tekeillä olevan tieteen epävarma ja mahdollisesti kiistanalainenkin luonne. (McClune & Jarman, 2010)

Mediassa vastaan tulevia erilaisia kemiaan liittyviä tekstejä lukiessa on huomattava, että median ensisijainen tarkoitus ei ole kouluttaa tai opettaa kemiaa, vaan esimerkiksi tiedottaa, vakuuttaa, tulkita ja viihdyttää (McClune & Jarman, 2010; Oliveras et al., 2013). Usein tavoitteena on myös tehdä voittoa tai vähintään varmistaa taloudellinen kannattavuus (McClune & Jarman, 2010). Kriittisessä lukemisessa apuna on se, jos lukija on tietoinen journalistien käyttämistä kielellisistä keinoista, joilla he pyrkivät esimerkiksi herättämään huomiota, helpottamaan viestintää tai vaikuttamaan mielipiteisiin (Jarman & McClune, 2010).

Kemiaan liittyviä uutisartikkeleita ja muita mediassa vastaan tulevia tekstejä lukiessa on hyvä tiedostaa, että suurella osalla kirjoittajista ei ole erityistä kemian alan tai kyseisen aiheen asiantuntemusta. Journalistit toisaalta työskentelevät monien muidenkin rajoitusten alla. Heillä on esimerkiksi rajoitetusti aikaa ja palstatilaa. Toisaalta tekstien tulisi houkutella lukijoita. On myös tärkeää tiedostaa, että kirjoittajan taustat arvoineen, näkemyksineen ja mielenkiinnon kohteineen aina väistämättä vaikuttavat tekstiin, vaikka pyrkimyksenä mahdollisesti olisikin objektiivisuus. (Jarman & McClune, 2010; McClune & Jarman, 2010)

Kriittinen lukija ymmärtää, että erilaisista rajoituksista johtuen monet artikkelit tarjoavat vain pintaraapaisun aiheisiin ja tärkeitäkin asioita saattaa jäädä pois. Esimerkiksi tieteellisiä yksityiskohtia, kuvauksia koejärjestelyistä, kattavia selvityksiä, selostuksia aiheen aiemmista tutkimuksista, muiden tutkijoiden näkemyksiä tai varauksellisia ilmaisuja usein puuttuu. (Jarman & McClune, 2010; Tsai et al., 2013) Yhtenä elementtinä kriittisessä lukemisessa voidaankin pitää sitä, että pystyy tunnistamaan, mitä tekstistä on mahdollisesti jätetty pois. (Jarman & McClune, 2004) Koska kemiaan liittyvät uutisraportit ja muut kirjoitukset eivät välttämättä tarjoa riittävästi informaatiota tekstin arvioimisen kannalta, voidaan kriittisen lukemisen tärkeänä taitona pitää myös sitä, että osaa vertailla eri lähteiden informaatiota sekä tarvittaessa etsiä merkityksellistä lisätietoa muista lähteistä. (Jarman & McClune, 2004, McClune & Jarman, 2010)

Kemiaan liittyviä artikkeleita lukiessa yksi huomionarvoinen seikka on myös se, että otsikko harvoin on artikkelin kirjoittaneen journalistin itsensä laatima. Koska otsikot yleensä pyritään tekemään ytimekkäiksi ja huomiota herättäviksi, on mahdollista, että otsikon ja siihen liittyvän tekstin välillä saattaa olla ristiriitaisuutta – otsikon vaikuttaessa

esimerkiksi varmalta ja ehdottomalta, tekstin sisällön ollessa kuitenkin alustavaa ja mahdollisesti väliaikaisluontoista. (Jarman & McClune, 2010; McClune & Jarman, 2010)

Kemiaan liittyvien mediatekstien kriittiseen lukemiseen voidaan katsoa kuuluvan myös tekstin eri elementtien tutkiskelu – esimerkiksi mielipiteiden, päätelmien, johtopäätösten, oletusten, arvelujen ja väitettyjen totuuksien tunnistaminen ja erottaminen toisistaan. (Jarman & McClune, 2010; Norris & Phillips, 2003)

Toisaalta McClune ja Jarman (2010) tuovat tutkimusraportissaan esille myös asenteita, joiden voidaan katsoa olevan mediatekstien kriittisen lukemisen kannalta oleellisia. Esimerkiksi uteliaisuutta tarvitaan, jotta lukija ylipäänsä pysähtyy kemiaan liittyvien uutisten ja muiden tekstien kohdalla. Utelias lukija toisaalta myös on taipuvainen muodostamaan mielessään tekstiin liittyviä kriittisiä kysymyksiä. Itsevarmuus puolestaan esimerkiksi vahvistaa lukijan luottoa artikkelin lukemisen kannalta hyödylliseen omaan kemian osaamiseensa. (McClune & Jarman, 2010)

3.2.4 Näkökulmia luonnontieteellisen lukutaidon kehittymisen tukemiseen

Lehdistä ja internetistä löytyvien erilaisten kemiaan liittyvien artikkeleiden tarkoituksena voi esimerkiksi olla tieteellisen informaation välittäminen tai kemiaan liittyvien ongelmien selittäminen. Toisaalta ne voivat sisältää tieteellisiä argumentteja, joilla tuetaan tekstissä puolustettavia tai keskusteltavia ajatuksia tai aiheita. Koska koulun ulkopuolella kohdattavat kemiaan liittyvät tekstit poikkeavat huomattavasti oppilaiden tavallisesti kohtaamista oppikirjateksteistä, täytyy oppilaita auttaa ymmärtämään ja lukemaan kriittisesti tällaisia tekstejä. (Oliveras et al., 2013) Onkin hieman yllättävää, että tutkimuskirjallisuus antaa varsin vähän ohjeistusta tai esimerkkejä varsinkaan yläkouluikäisten oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittämiseen. (Jarman & McClune, 2001)

Oliveras, Márquez ja Sanmartí (2013) esittävät kuitenkin tutkimusraportissaan Bartzin¹ ja Paulin ja Elderin² julkaisujen pohjalta määrittämänsä kuusi elementtiä, joiden he katsovat ohjaavan luonnontieteellistä sisältöä sisältävien artikkeleiden kriittistä lukemista (Taulukko

¹ Bartz, W.R. (2002). Teaching skepticism via the CRITIC acronym and the skeptical inquirer. *The Skeptical Inquirer*, 26(5), 42–44.

² Paul, R., & Elder, L. (2006). *The miniature guide to critical thinking concepts and tools*. The foundation for critical thinking. http://www.criticalthinking.org/files/Concepts_Tools.pdf.

1). Näiden elementtien pohjalta heidän tutkimuksessaan kehitettiin kaksi 15–16 -vuotiaalle suunnattua sanomalehtiartikkelien kriittisen lukemisen aktiviteettia, joilla lisäksi pyrittiin selvittämään oppilaiden kohtaamia vaikeuksia luonnontieteellistä sisältöä sisältävien artikkelien kriittiseen lukemiseen liittyen.

Taulukko 1: Oliverasin, Márquezin ja Sanmartín luonnontieteellistä sisältöä sisältävien artikkelien kriittisen lukemisen elementit ja esimerkkejä oppilaille kehitettyjen kriittisen lukemisen aktiviteettien kysymystyypeistä.

Luonnontieteellistä sisältöä sisältävien artikkelien kriittisen lukemisen elementit	Esimerkkikysymyksiä
1. Tunnista tekstin pääajatuks	Mitä ongelmia teksti esittelee? Mikä on tekstin pääajatus? Mihin luonnontieteelliseen sisältöön se voisi liittyä?
2. Tunnista kirjoittajan tarkoitus	Kuka kirjoitti tekstin? Miksi hänen on täytynyt kirjoittaa se?
3. Tunnista kirjoittajan oletukset ja näkökulmat	Mikä kanta kirjoittajalla on kirjoittamaansa aiheeseen? Poimi tekstistä lauseita, jotka auttavat näkemään kirjoittajan kannan ja perustelemaan vastauksesi. Mitä oletuksia kirjoittaja tekee tekstissä? Ovatko ne oikeutettuja?
4. Muodosta tieteellinen kysymys, johon kirjoittaja artikkelissa vastaa tai suunnittele tieteellinen koe tekstissä esitetyn informaation tarkistamiseen	Voitaisiinko jonkinlainen koejärjestely suorittaa tekstin pääolettamuksen luotettavuuden tarkistamiseksi? Minkä kysymyksen tutkija esittäisi ongelman tutkimiseksi?
5. Tunnista tekstissä annettu tutkimusaineisto (data) tai tieteellinen näyttö (evidence)	Onko tekstissä mitään perusteluja tai tieteellistä näyttöä, joka tukee alkuperäistä olettamusta? Kirjoita ne ylös.
6. Tee näyttöön perustuvia johtopäätöksiä	Ovatko johtopäätökset sopusoinnussa nykyisen luonnontieteiden tietämyksesi kanssa? Kirjoita teksti, joka vahvistaa tai hylkää tekstissä esitetyn tieteellisen informaation.

Aktiviteeteissa käytetyt artikkelit olivat luonteeltaan sellaisia, että ne sisälsivät tiedeperusteisia argumentteja, joilla tuettiin väitteitä tai ajankohtaisia keskustelunaiheita – eikä niitä esimerkiksi oltu erityisesti suunnattu tieteellisen informaation välittämiseen. Aktiviteetit olivat keskenään samantyyppisiä sisältäen kolme vaihetta, mutta käsittelivät

kuitenkin eri artikkeleita. Ensimmäisessä vaiheessa ennen artikkelin tarkempaa lukemista oppilaiden aiheeseen liittyviä ajatuksia ja tietämystä heräteltiin. Toinen vaihe painottui artikkelin lukemisprosessiin. Siinä oppilaat pienissä ryhmissä pääasiassa pohtivat kriittisen lukemisen elementteihin 1–5 liittyviä kysymyksiä (Taulukko 1) auttaen toinen toisiaan. Viimeisessä vaiheessa oppilaat puolestaan arvioivat artikkelin tieteellistä perustaa heille esitettyjen kysymysten kautta ja laativat lopulta tekstin, jossa toivat esille oman näkökulmansa aiheeseen. Aktiviteetteihin sisältyi myös lisätiedon hakemista internetistä. (Oliveras et al., 2013) Tarkempaa tietoa kehitetyistä aktiviteeteista antaa Oliverasin, Márquezin ja Sanmartín (2013) tutkimusraportti, josta löytyy myös linkki aktiviteeteissa käytettyihin artikkeleihin.

Tutkimuksen tulosten mukaan kehitetyt aktiviteetit paransivat oppilaiden kykyä lukea luonnontieteisiin liittyviä artikkeleita kriittisesti ja lisäksi motivoivat oppilaita tekemään näin. Aktiviteettien suorittamisen jälkeen oppilaat jopa pyysivät saada tehdä lisää vastaavia. (Oliveras et al., 2013)

Elliottin (2006) tutkimuksessa opettajaopiskelijoille puolestaan esiteltiin tieteisiin liittyvien sanomalehtiartikkelien analyysitekniikka, jonka tarkoituksena oli kehittää heidän luonnontieteellistä lukutaitoaan. Analyysitekniikassa kiinnitettiin huomiota muun muassa artikkelin otsikointiin, sen uutisarvoon, siinä käytettyihin lähteisiin, tieteelliseen sisältöön, artikkelin mahdolliseen puolueellisuuteen ja kuvitukseen. Tutkimuksen tulosten mukaan tekniikka auttoi kohderyhmää analysoimaan ja arvioimaan sanomalehtien tieteellisiä artikkeleita ja heidän luonnontieteellinen lukutaitonsa näytti kehittyneen. Toisaalta myös tässä tutkimuksessa opettajaopiskelijat suhtautuivat positiivisesti heille esiteltyyn tekniikkaan ja uskoivat, että artikkelit huolellisesti valiten samantyyppinen tekniikka sopisi myös kouluikäisille oppilaille. (Elliott, 2006)

Jarmanin ja McClunen (2001) mukaan yksi tapa oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittämiseen on virheiden ja väärinkäsitysten etsiminen kemiaa koskevista lehtiartikkeleista. He kuitenkin huomauttavat, että tämä on vain yksi näkökulma kriittiseen arviointiin. On tärkeää, ettei oppilaille jää mielikuvaa, että lehtien tiedettä koskevaan sisältöön ei voi lainkaan luottaa. (Jarman & McClune, 2001) Suurin osa esimerkiksi kemiaa koskevista uutisartikkeleista on kuitenkin informatiivisia ja laadukkaita. Huomionarvoista siis on, että tavoitteena on kehittää oppilaiden kriittistä lukutaitoa skeptisyyden sijaan. (Jarman & McClune, 2010)

Toisena lähestymistapana oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittämiseen Jarman ja McClune (2001) toisaalta ehdottavat saman aiheen käsittelyn vertailua eri lehdissä, esimerkiksi jossakin iltapäivälehdessä ja jossakin sanomalehdessä. Toisin kuin edellä mainitussa harjoituksessa, jossa keskitytään lähinnä artikkelien tieteelliseen sisältöön, tässä perehdytään myös luonnontieteiden esitystapaan erilaisissa lähteissä. Tällaisten vertailuharjoitusten myötä oppilaita voidaan ohjata ymmärtämään, että erilaisten syiden vuoksi eri lähteet saattavat käsitellä samaakin aihetta hyvin eri tavoin. (Jarman & McClune, 2001) Toisaalta Jarman ja McClune (2001) huomauttavat, että tällaisiakin harjoituksia käytettäessä on varottava, ettei oppilaille jää vaikutelmaa, että tietäntyyppisten lehtien kemiaa koskeviin kirjoituksiin voi sinisilmäisesti luottaa ja toisten ei.

3.3 Valmiiden kemian opetusmateriaalien ulkopuoliset kirjalliset aineistot kemian opetuksessa ja oppimisessa

Tässä luvussa tutustutaan valmiiden kemian opetusmateriaalien ulkopuolisten *kirjallisten* aineistojen opetukselliseen käyttöön liittyvään tutkimuskirjallisuuteen. Luvussa 4.1 perehdytään puolestaan siihen, miten Suomen peruskoulujen yläluokkien kemian opettajat hyödyntävät tällaisia kirjallisia aineistoja opetuksessaan tällä hetkellä.

Kirjallisilla aineistoilla tarkoitetaan tämän tutkielman puitteissa erilaisia tekstimuotoisia mahdollisesti kuvitettuja aineistoja, jotka siis sisältävät kirjoitettua tekstiä ja voivat olla joko sähköisessä tai painetussa muodossa. Koska kyseessä on Kemian opettajankoulutusyksikössä tehty pro gradu -tutkielma, ollaan tutkimuksessa nimenomaan kiinnostuneita aineistoista, jotka sisältävät jonkinlaista kemiaan liittyvää sisältöä mutta eivät ole alun perin suunnattu kemian opetukseen.

3.3.1 Informaali oppiminen elinikäisen kemian oppimisen perustana

Informaalia oppimista (engl. *informal learning*) ei ole tarkasti määritelty. Nyssölän (2002) mukaan sillä tarkoitetaan ”ihmisten arjessa tapahtuvaa oppimista, joka voi olla tarkoituksellista mutta useimmiten sattumanvaraista tai tahatonta eikä siitä yleensä saa todistusta”. Informaalia oppimista voidaankin kutsua arkioppimiseksi tai arkielämän oppimiseksi. Usein se on spontaania ja strukturoimatonta. (Marsick & Watkins, 2001; Marsick & Volpe, 1999) Sitä tapahtuu päivittäisten aktiviteettien yhteydessä, esimerkiksi

katsomalla televisiota, lukemalla kirjoja ja erilaisia lehtiä, työn ja perheen parissa tai vierailemalla tiedekeskuksissa ja museoissa. (Gerber, Cavallo, & Marek, 2001; Livingstone, 2001; Marsick & Volpe, 1999; Stocklmayer & Gilbert, 2002) Yleensä informaalin oppimisen ajatellaan olevan koulutusinstituutioiden ulkopuolella tapahtuvaa oppimista (Marsick & Volpe, 1999; Tuomisto, 1994).

Livingstonen (2001) mukaan informaali oppiminen on mitä tahansa toimintaa, jossa saavutetaan ymmärrystä, tietoja ja taitoja ilman ulkopuolelta määrättyjä kriteereitä – esimerkiksi oppimistavoitteita tai -sisältöjä. Oppimisen kontrollointi on siis oppijan itsensä käsissä (Marsick & Watkins, 2001; Stocklmayer & Gilbert, 2002).

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden (Opetushallitus, 2014) mukaan perusopetuksen tulisi luoda pohjaa ja edellytyksiä oppilaiden elinikäiselle oppimiselle. Kuten aiemmin on todettu, koulun päättymisen jälkeen suurin osa aikuisista saa uutta kemiaan liittyvää informaatiota lähinnä median kautta (Jarman & McClune, 2001; Korpan et al., 1997; Tsai et al., 2013; Wellington & Osborne, 2001). Erilaiset informaaliset lähteet tarjoavatkin merkittävän väylän jokaisen kansalaisen elinikäiseen kemian oppimiseen (Halkia, 2003).

Voidaan siis pitää perusteltuna, että myös kemian kouluopetuksessa tulisi käyttää senkaltaisia kemiaan liittyviä informaaleja aineistoja, joita oppilaat todennäköisesti kohtaavat koulun ulkopuolisessa ja myöhemmässä aikuiselämässään. Erilaiset kemiaan liittyvät, mutta valmiiden kemian opetusmateriaalien ulkopuoliset kirjalliset aineistot, ovat tässä merkittävässä osassa. Jos koulussa oppilaille annetaan mahdollisuuksia lukea kemiaa ja luonnontieteitä koskevia mediaraportteja ja muita tekstejä ja heitä autetaan ymmärtämään ja arvioimaan niitä kriittisesti, on lisäksi oletettavaa, että yhä suurempi osa oppilaista vie tavan aikuiselämäänsä. (Elliott, 2006)

3.3.2 Valmiiden kemian opetusmateriaalien ulkopuoliset kirjalliset aineistot oppilaiden monilukutaidon kehittäjinä

Uuden Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden (Opetushallitus, 2014) mukaan laaja-alaisen osaamisen yleistavoitteeksi asetettu monilukutaito perustuu laaja-alaiseen käsitykseen tekstistä. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa mainitaan, että oppilaiden osaamisen kehittyminen edellyttää rikasta tekstiympäristöä ja oppimateriaalina hyödynnetäänkin ilmaisultaan monimuotoisia tekstejä. Monilukutaidon yhteydessä esille

tuodaan muun muassa kirjoitetussa, painetussa ja digitaalisessa muodossa olevat tekstit. (Opetushallitus, 2014)

Vuosiluokkien 7–9 yleisissä tavoitteissa ilmoitetaan, että monilukutaidon kehittämisessä siirrytään aikaisempaa enemmän eri tilanteissa ja eri yhteyksissä käytettäviin teksteihin ja laajennetaan tekstien kirjoa kaikkien oppiaineiden opetuksessa. Lisäksi mainitaan, että medialukutaitoa syvennetään osallistumalla ja työskentelemällä eri medioiden parissa. (Opetushallitus, 2014, s. 283)

Kemian opetus painottuu yleensä vahvasti oppikirjojen varaan (Uusikylä & Atjonen, 2000). Erilaiset valmiiden kemian opetusmateriaalien ulkopuoliset kirjalliset aineistot, johon tässäkin tutkimuksessa keskitytään, tarjoavat hyvän väylän oppilaiden monilukutaidon kehittämiseen kemian opetuksessa. Esimerkiksi käyttämällä erilaisia painetussa muodossa olevia tai internetistä löytyviä kemiaan liittyviä lehtiartikkeleita, blogitekstejä, yritysten tai asiantuntijalaitosten julkaisuja tai yleisönosastokirjoituksia, voidaan monilukutaitoa muiden oppiaineiden rinnalla huomioida myös kemian opetuksessa.

Toisaalta koska luonnontieteellisen lukutaidon voidaan katsoa olevan osa monilukutaitoa (luku 3.2.2), tukee luonnontieteellisen lukutaidon tavoitteellinen harjaannuttaminen samalla luontevasti myös oppilaiden monilukutaidon kehittymistä. Toisin sanoen, vaikka tämä tutkimus keskittyy pääasiassa luonnontieteelliseen lukutaitoon liittyvään tutkimuskirjallisuuteen ja tavoitteena on kehittää luonnontieteellisen lukutaidon kehittymistä tukevaa oppimateriaalia, antaa tutkimus samalla välineitä myös oppilaiden monilukutaidon kehittämiseen kemian opetuksessa.

3.3.3 Oppilaiden kiinnostuksen ja motivaation tukeminen

Useiden tutkimusten mukaan oppilaiden kiinnostus kemian ja luonnontieteiden opiskelua kohtaan on heikkoa (Bennett et al., 2003; Hofstein et al., 2011; Osborne & Collins, 2001). Erityisesti Suomessa ilmiö on tuttu. Vaikka suomalaisten oppilaiden luonnontieteiden osaaminen on kansainvälisellä tasolla huippuluokkaa, on heidän kiinnostuksensa ja motivaationsa luonnontieteiden opiskelua kohtaan kansainvälisesti verraten hyvin heikkoa (Bybee & McCrae, 2011; Kupiainen, S., Hautamäki, J., & Karjalainen, 2009). Tutkimusten mukaan yksi keskeinen syy oppilaiden kiinnostuksen puutteeseen on se, että he eivät koe

kemian ja luonnontieteiden opiskelua itselleen tärkeäksi tai jokapäiväisen elämän kannalta merkitykselliseksi. (Bennett, 2003; Osborne & Collins, 2001; Osborne, 2007)

Erilaiset informaaliset aineistot, mukaan lukien valmiiden kemian opetusmateriaalien ulkopuoliset kirjalliset aineistot, tarjoavatkin mahdollisuuden tuoda kemian opetukseen oppilaiden kaipaamaa merkityksellisyyttä ja tätä kautta lisätä nuorten kiinnostusta kemiaa kohtaan. (Halkia, 2003; Stocklmayer & Gilbert, 2002) Tutkimusten mukaan oppilaat haluaisivat oppikirjojen runsaan käytön sijaan lisätä esimerkiksi internetin, sanomalehtien ja muiden oppikirjojen ulkopuolisten kirjallisten dokumenttien käyttöä kemian oppitunneilla. (Lavonen, Juuti, Meisalo, Uitto & Byman, 2005) Toisaalta esimerkiksi sanomalehtien ja uutisraporttien käytöllä kemian opetuksessa on myös tutkimuksissa havaittu olevan positiivisia vaikutuksia oppilaiden suhtautumiseen ja ilmapiiriin luokassa. (Jarman & McClune, 2007)

Informaaliset lähteet (esimerkiksi lehdet, internet ja televisio) käsittelevät usein ajankohtaisia kemiaan liittyviä aiheita tai aiheita, joilla on vaikutusta oppilaiden jokapäiväiseen elämään. (Halkia, 2003; Halkia & Mantzouridis, 2005) Halkian (2003) mukaan tämä saattaa olla yksi tärkeimmistä syistä siihen, miksi oppilaat usein kokevat informaali-lähteiden kautta saavutettavan informaation merkityksellisemmäksi perinteiseen kouluopetukseen verrattuna.

Toisaalta Halkian ja Mantzouridisin (2005) tutkimuksen mukaan oppilaat usein kokevat luonnontieteisiin liittyvissä artikkeleissa käytetyt viestintätavat kiinnostavammiksi ja ymmärrettävämmiksi verrattuna oppikirjoihin. Heidän tutkimuksensa perusteella näyttää siltä, että yleistajuisissa tiedeartikkeleissa käytetty kerronnallinen tyyli herättää oppilaiden kiinnostusta ja motivoi heitä jatkamaan lukemista. Tutkimuksessa lisäksi todettiin, että luonnontieteitä koskevissa artikkeleissa saattaa olla oppikirjoihin verrattuna joitakin tiettyjä elementtejä, jotka erityisesti herättävät oppilaiden kiinnostusta. Näitä ovat muun muassa jännittävän tunteen syntyminen jostakin tulevasta vaarasta, kiinnostava otsikko tai aiheen kiinnostavuus yleensä. Lisäksi tuotiin esille artikkelien kuvituksen potentiaali kiinnostuksen herättäjänä. (Halkia & Mantzouridis, 2005)

Parkinson ja Adendorff (2004) tuovat esille myös sen, että yleistajuisten tiedeartikkelien käyttö opetuksessa saattaa murtaa yleistä käsitystä kemiasta ja luonnontieteistä vaikeina oppiaineina. Toisin kuin oppikirjoissa, joissa tuodaan usein esille vain muutamia ikonisen aseman omaavia tutkijoita, esiintyy erilaisissa artikkeleissa laajasti eri tutkijoita. Tämä

saattaa auttaa oppilaita ymmärtämään, että kemia ja luonnontieteet yleisemminkin eivät ole rajattuja vain muutamalle erittäin älykkäälle yksilölle, vaan laajemmin ihmisten saavutettavissa. (Parkinson & Adendorff, 2004)

4 EMPIIRINEN ONGELMA-ANALYYSI

Empiirinen ongelma-analyysi eli tarveanalyysi toteutettiin kyselylomaketutkimuksena toukokuussa 2015. Sähköisen kyselylomakkeen kysymykset laadittiin tutkimuskirjallisuuden ja tutkimuksen tavoitteiden pohjalta. Lomakkeen toimivuus testattiin kolmella kemian opettajalla ja yhdellä kemian opettajaopiskelijalla ennen laajempaa levitystä. Pilottivastausten ja pilottivastaajilta sekä tutkielman ohjaajilta saadun palautteen perusteella kyselylomake hiottiin vielä lopulliseen muotoonsa (Liite 1). Esimerkiksi kysymyksen 3 sanamuotoilua hieman muokattiin ja kysymys 4 muokattiin valintaruutukysymykseksi, jotta opettajat varmemmin ymmärtäisivät näiden kysymysten välisen eron.

Lopullisen kyselylomakkeen linkki lähetettiin Helsingin yliopiston Kemian opetuksen keskus Kemman sähköpostilistan välityksellä yläkoulun kemian opettajille. Vastausprosentin parantamiseksi sähköpostissa kyselylomakkeen linkkiä kehoitettiin jakamaan eteenpäin myös muille yläkoulun kemian opettajille sekä kyselyn yhteydessä järjestettiin kirja-arvonta. Vastauksia kyselylomakkeeseen saatiin yhteensä 42 kappaletta. Jatkossa viittaukset vastaajiin on numeroitu koodein V1–V42 (esimerkiksi V15 = vastaajan numero 15 vastaus).

Kyselylomake sisälsi yhteensä kahdeksan kysymystä ja neljä osiota. Ensimmäisessä osiossa annettiin ohjeet kyselylomakkeeseen vastaamiseen ja kysyttiin yläkoulun kemian opettajien alalla oloaika. Vastaajien opetuskokemus vaihteli laidasta laitaan (Taulukko 2), nuorimman opettajan opetuskokemuksen ollessa alle vuoden ja kokeneimpien 35 vuotta.

Taulukko 2: Kyselylomakkeeseen vastanneiden yläkoulun kemian opettajien opetuskokemus.

Opetuskokemus	Määrä / kpl	% vastaajista
30–35 vuotta	5	11,9
26–30 vuotta	5	11,9
20–25 vuotta	5	11,9
16–20 vuotta	5	11,9
11–15 vuotta	5	11,9
5–10 vuotta	10	23,8
Alle 5 vuotta	7	16,7
Yhteensä	42	100

Toisessa osiossa selvitettiin valmiiden kemian opetusmateriaalien ulkopuolisten kirjallisten aineistojen käyttöä kemian opetuksessa. Kysymykset 3 ja 4 laadittiin mukaillen Jarmanin ja McClunen (2002) sekä Kachanin, Guilbertin ja Bisanzin (2006) tutkimuksia. Kysymyksen 2 lopullisiin vaihtoehtoihin puolestaan päädyttiin tutkielman ohjaajilta saadun palautteen sekä pilottivastaajien vastausten perusteella.

Kolmas osio käsitteli luonnontieteellistä lukutaitoa. Sen avulla pyrittiin tarkemmin kartoittamaan, miten tämänhetkinen yläkoulun kemian opetus tukee oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittymistä. Tähän tähdättiin pyytämällä opettajia muun muassa arvioimaan opetuksessaan käyttämiä aktiviteetteja ja tehtäviä, nykyisiä oppikirjoja ja muuta valmista oppimateriaalia sekä omia valmiuksiaan oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittämiseen. Osion alussa vastaajille annettiin luvussa 3.2 esitelty luonnontieteellisen lukutaidon määritelmä, jotta he varmasti tarkastelisivat luonnontieteellisen lukutaidon käsitettä tämän tutkielman määritelmän näkökulmasta mahdollisten omien mielikuviansa sijaan. Toisaalta määrittelyllä pyrittiin myös siihen, että vastaukset olisivat keskenään vertailukelpoisia.

Neljännessä osiossa puolestaan kartoitettiin opettajien halua olla mukana arvioimassa tutkimuksen pohjalta kehitettyä oppimateriaalia sekä annettiin mahdollisuus osallistua kirja-palkintojen arvontaan.

Kyselylomakkeen kautta saadut vastaukset analysoitiin kysymyksittäin, monivalintakysymysten ja avointen kysymysten vastaukset erotellen. Monivalintakysymysten vastaukset koodattiin numeroarvoina Excel-taulukkoon ja niistä tehtiin erilaisia taulukoita ja diagrammeja. Kysymyksen 8 kohdalla laskettiin myös vastausten keskiarvo ja keskihajonta. Avointen kysymysten (kysymys 3 ja kysymysten 5, 6, 7 ja 8 avoimet osiot) vastaukset puolestaan analysoitiin sisällönanalyysin keinoin (esim. Tuomi & Sarajärvi, 2002, 2009).

Sisällönanalyysi sopii hyvin strukturoimattomankin aineiston analyysiin ja siinä tutkittavasta ilmiöstä pyritään saamaan kuvaus tiivistetyssä ja selkeässä muodossa (Tuomi & Sarajärvi, 2002, 2009). Tässä tutkimuksessa sisällönanalyysi toteutettiin aineistolähtöisesti. Vastausten sisällön luokittelu siis tapahtui aineiston pohjalta tutkimuksen tavoitteet huomioiden, eikä esimerkiksi luokittelukategorioita oltu ennalta määrätty. Aineistolähtöistä sisällönanalyysia voidaan karkeasti kuvata kolmivaiheisena

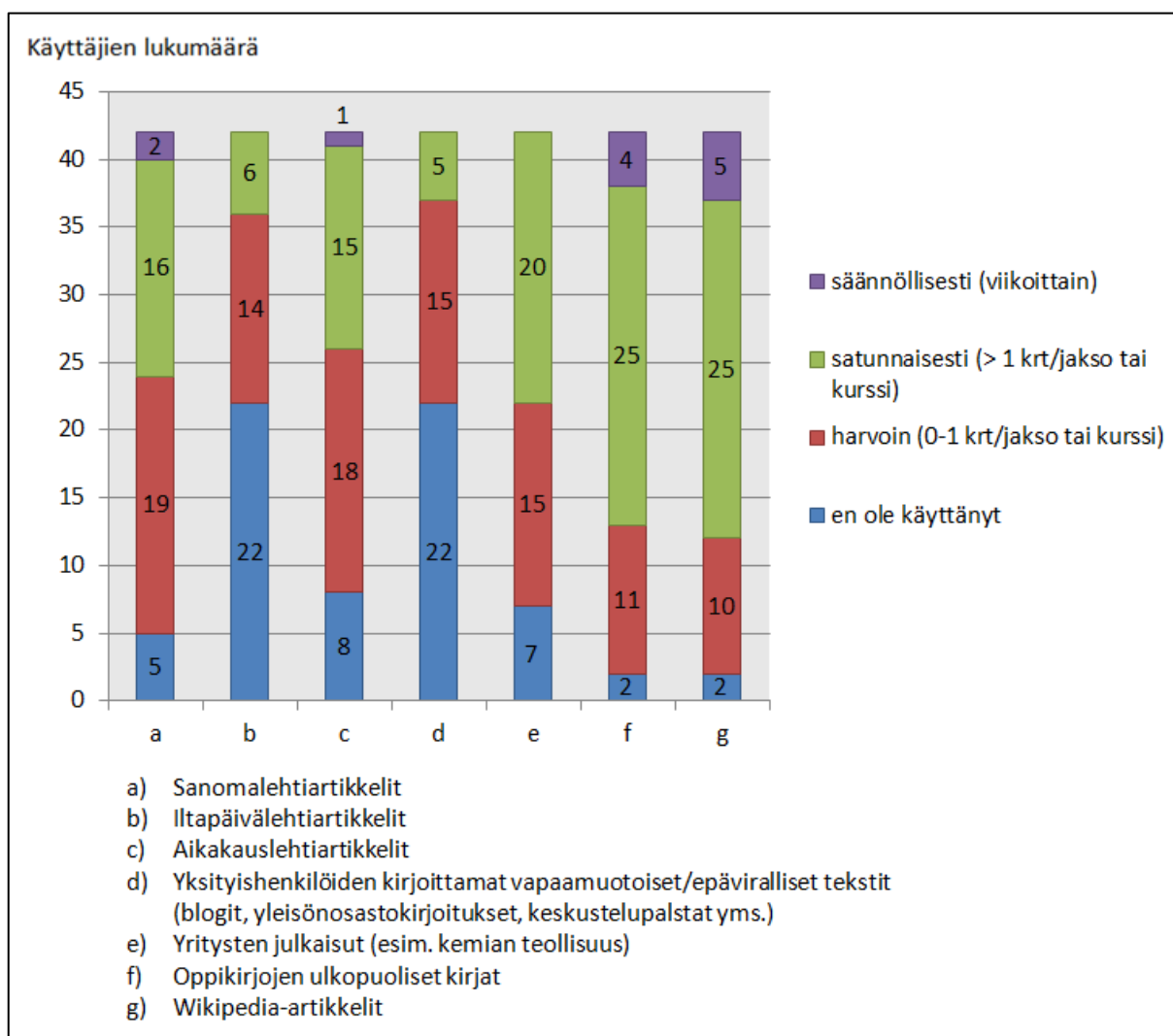
prosessina, johon kuuluu aineiston pelkistäminen, ryhmittely ja käsitteellistäminen (Miles & Huberman, 1994; Tuomi & Sarajärvi, 2002).

Aluksi jokaisen avoimen kysymyksen vastaukset luettiin läpi perehtyen niiden sisältöön. Sen jälkeen aineisto pelkistettiin eli alkuperäisaineistosta karsittiin tutkimuksen kannalta epäolennainen aines pois (Tuomi & Sarajärvi, 2002, 2009). Tässä tutkimuksessa aineiston pelkistäminen toteutettiin pääasiassa vastausten informaatiota tiivistämällä ja pilkkomalla vastauksia osiin. Jos vastaus siis koostui useammasta toisistaan riippumattomasta kohdasta, eroteltiin nämä toisistaan. Kysymyksen 3 kohdalla opettajien vastausten joukossa oli muutama maininta, jotka enemmän vastasivat kysymyksiin 2 tai 4. Nämä maininnat käsiteltiin tällöin kysymysten 2 ja 4 vastausten yhteydessä. Aineiston pelkistämisen jälkeen pelkistetyt ilmaukset ryhmiteltiin yhteisten piirteiden mukaan luokkiin. Lopuksi muodostetut luokat nimettiin eli aineisto käsitteellistettiin.

4.1 Valmiiden kemian opetusmateriaalien ulkopuolisten kirjallisten aineistojen käyttö yläkoulun kemian opetuksessa

4.1.1 Opettajien käyttämät aineistot

Kyselytutkimuksen perusteella näyttää siltä, että yläkoulun kemian opettajat käyttävät valmiiden kemian opetusmateriaalien ulkopuolisia, sähköisessä tai painetussa muodossa olevia, kirjallisia aineistoja opetuksessaan. Kaikki kyselytutkimukseen osallistuneet opettajat ilmoittivat käyttävänsä vähintään kolmea tällaista kemiaan liittyvää aineistoa opetuksessaan edes joskus. Kuvasta 2 ilmenee erilaisten aineistojen käyttö vastaajien keskuudessa kokonaisuudessaan.



Kuva 2: Valmiiden kemian opetusmateriaalien ulkopuolisten kirjallisten aineistojen käyttö yläkoulun kemian opetuksessa.

Eniten käytettyjä aineistoja olivat Wikipedia-artikkelit sekä oppikirjojen ulkopuoliset kirjat. Näitä satunnaisesti (> 1 krt/jakso tai kurssi) tai säännöllisesti (viikoittain) kemian opetuksessaan ilmoittivat käyttävänsä reilusti yli puolet vastaajista (Wikipedia-artikkelit 71,4 % ja oppikirjojen ulkopuoliset kirjat 69 %). Kaksi opettajaa (4,8 %) puolestaan ei ollut koskaan käyttänyt opetuksessaan Wikipedia-artikkeleita. Myös oppikirjojen ulkopuolisten kirjojen kohdalla tilanne oli sama.

Harvemmin käytettyjä aineistoja olivat iltapäivälehtiartikkelit sekä yksityishenkilöiden kirjoittamat vapaamuotoiset tai epäviralliset tekstit (esimerkkeinä näistä oli mainittu blogit, yleisönosastokirjoitukset ja keskustelupalstat). Näitä yli puolet vastaajista (52,4 %) ei ollut käyttänyt kemian opetuksessaan koskaan. Yksikään opettaja ei myöskään ilmoittanut käyttävänsä näitä opetuksessaan säännöllisesti.

Sanomalehti- ja aikakauslehtiartikkeleita opettajat puolestaan raportoivat käyttävänsä kemian opetuksessaan vaihtelevasti. Kaksi opettajaa (4,8 %) ilmoitti käyttävänsä sanomalehtiartikkeleita ja yksi opettaja (2,4 %) aikakauslehtiartikkeleita säännöllisesti eli viikoittain. Sanomalehtiartikkeleita puolestaan ei ollut koskaan käyttänyt opetuksessaan viisi opettajaa (11,9 %) ja aikakauslehtiartikkeleita kahdeksan opettajaa (19 %). Suurin osa opettajista ilmoitti käyttävänsä näitä harvoin (0-1 krt/jakso tai kurssi) tai satunnaisesti (> 1 krt/jakso tai kurssi).

Myös yritysten julkaisujen (esimerkkinä kemian teollisuus) käyttö on vastaajien keskuudessa vaihtelevaa. Näitä kukaan ei ilmoittanut käyttävänsä säännöllisesti, mutta satunnaisesti näitä raportoi käyttävänsä 20 opettajaa (47,6 %) ja harvoin 15 opettajaa (35,7 %). Seitsemän opettajaa (16,7 %) puolestaan ei ollut käyttänyt yritysten julkaisuja opetuksessaan koskaan.

Muina opetuksessaan käyttäminään kirjallisina aineistoina kemian opettajat mainitsivat yksittäisiä asiantuntijalaitosten, viranomaisten tai rekisteröityjen yhdistysten internetsivustoja (www.thl.fi, www.stuk.fi, <https://ilmasto-opas.fi> ja www.ruokatieto.fi). Lisäksi mainittiin ”tutkimustulokset netistä”, ”muut nettisivut, esim. mainokset kosmetiikasta”, ”nettartikkelit”, ”kunnan tilastot” sekä ”käyttöturvallisuuteen liittyvät tekstit”.

4.1.2 Tavoitteet aineistojen käytölle

Kysymyksessä 3 opettajilta kysyttiin, mitä tavoitteita varten he käyttävät valmiiden kemian opetusmateriaalien ulkopuolisia kirjallisia aineistoja kemian opetuksessaan. Vastauksissa esiintyneistä tavoitteista muodostui 10 luokkaa, jotka näkyvät taulukossa 3.

Taulukko 3: Opettajien tavoitteet valmiiden kemian opetusmateriaalien ulkopuolisten kirjallisten aineistojen käytölle kemian opetuksessa

Luokka	Mainintojen lkm (n=42)	% vastaajista
Kemian arkielämän yhteyksien havainnollistaminen	22	52,4
Oppilaiden aiheeseen liittyvän tietämyksen laajentaminen	15	35,7
Oppilaiden kiinnostuksen herättäminen ja motivointi	14	33,3
Kemian ajankohtaisuuden ja ajankohtaisten aiheiden esilletuominen	13	31,0
Opetuksen elävöittäminen ja vaihtelu	3	7,1
Oppilaiden tiedonhakutaitojen kehittäminen	2	4,8
Oppilaiden mediakriittisyyden harjoittaminen	2	4,8
Kemian työllistymismahdollisuuksien esilletuominen	1	2,4
Kemian tutkimuksellisen luonteen havainnollistaminen	1	2,4
Kemikaalien turvallisen käsittelyn opettaminen	1	2,4

Selkeästi yleisimmin kemian opettajat käyttivät valmiiden kemian opetusmateriaalien ulkopuolisia kirjallisia aineistoja havainnollistaakseen oppilailleen kemian arkielämän yhteyksiä (22 mainintaa).

”Haluan osoittaa, että kemia on läsnä jokapäiväisessä elämässämme.”
(V27)

”Joskus aineiston tarkoitus on kiinnittää huomiota, miten kemia näkyy meidän jokapäiväisessä elämässä.” (V14)

Muita yleisesti mainittuja tavoitteita erilaisten kirjallisten aineistojen käytölle olivat oppilaiden aiheeseen liittyvän tietämyksen laajentaminen (15 mainintaa), oppilaiden kiinnostuksen herättäminen ja motivointi (14 mainintaa) sekä kemian ajankohtaisuuden ja ajankohtaisten aiheiden esilletuominen (13 mainintaa).

Muut tavoitteet esiintyivät vastauksissa huomattavasti harvemmin. Kolme opettajaa ilmoitti käyttävänsä valmiiden kemian opetusmateriaalien ulkopuolisia kirjallisia aineistoja elävöittääkseen opetustaan tai vaihteluksi. Kahden opettajan tavoitteena oli kehittää oppilaiden tiedonhakutaitoja.

”Oppilaat oppivat itse hakemaan tietoa. Opettajan ei tarvitse kaikkea kertoa ja taululle kirjoittaa.” (V36)

”tarjoamaan oppilaille mahdollisuuden harjoitella tiedonhakutaitojaan” (V24)

Kahden opettajan vastauksissa puolestaan ilmeni tavoite oppilaiden mediakriittisyyden harjoittamiseksi.

”mediakriittisyyden harjoittamiseksi” (V6)

”blogeja joissa kerrotaan ihan päättömiä juttuja” (V34)

Kertaalleen vastauksissa esiintyivät tavoitteet kemian työllistymismahdollisuuksien esilletuomisesta, kemian tutkimuksellisen luonteen havainnollistamisesta ja kemikaalien turvallisen käsittelyn opettamisesta. Lisää esimerkkejä opettajien tarkemmista ilmauksista löytyy liitteestä 2.

4.1.3 Aineistojen käyttötavat

Neljännessä kysymyksessä puolestaan selvitettiin valintaruutukysymyksen kautta, miten opettajat käyttävät valmiiden kemian opetusmateriaalien ulkopuolisia kirjallisia aineistoja kemian opetuksessaan. Annettujen vaihtoehtojen lisäksi opettajat saivat kirjata alle mahdollisia muita käyttötapojaan. Vastaajien raportoimat kemian opetusmateriaalien ulkopuolisten kirjallisten aineistojen käyttötavat on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4: Yläkoulun kemian opettajien valmiiden kemian opetusmateriaalien ulkopuolisten kirjallisten aineistojen käyttötavat.

Käyttötapa	Käyttäjien lkm (n=42)	% vastaajista
Näytän esimerkkeinä kemiaan liittyvistä asioista oppitunneilla	35	83,3
Johdatuksena johonkin aiheeseen	31	73,8
Tiedonhakuun	29	69,0
Projektitöissä	27	64,3
Materiaalin pohjalta järjestetty keskustelu	17	40,5
Aineistona oppilaiden lyhyemmille kirjoitelmille	12	28,6
Materiaalin pohjalta järjestetty väittely	3	7,1
Materiaaleista koottu näyttely/arkisto	3	7,1

Suuri osa opettajista (83,3 %) ilmoitti näyttävänsä valmiiden kemian opetusmateriaalien ulkopuolisia kirjallisia aineistoja oppilailleen esimerkkeinä kemiaan liittyvistä asioista. Myös erilaisten kirjallisten aineistojen käyttö johdatuksena johonkin aiheeseen oli vastaajien keskuudessa tavallista (73,8 %). Toisaalta opettajat raportoivat käyttävänsä tällaisia aineistoja opetuksessaan yleisesti myös tiedonhakuun (69,0 %) sekä projektitöissä (64,3 %).

17 opettajaa (40,5 %) ilmoitti järjestävänsä kemian opetusmateriaalien ulkopuolisten kirjallisten aineistojen pohjalta keskusteluja ja kolme opettajaa (7,1 %) väittelyjä. 12 opettajaa (28,6 %) raportoi puolestaan käyttävänsä tällaisia aineistoja oppilaiden lyhyempien kirjoitelmien aineistona. Kolmen opettajan (7,1 %) opetuksessa materiaaleista oli koottu jonkinlainen näyttely tai arkisto.

Muina käyttötapoina ilmeni kirjallisten aineistojen käyttö ”*osana kiertopiste tms. toimintaa*”, ”*parityössä*” ja ”*kertaukseen*”. Yksi opettaja lisäksi mainitsi muuna kemian opetusmateriaalien ulkopuolisten kirjallisten aineistojen käyttötapana ”*kemian ymmärryksen testaamisen käytännössä*”, mutta ei tarkemmin selostanut käytännön toteutusta.

4.2 Tämän hetkinen yläkoulun kemian opetus ja luonnontieteellinen lukutaito

Kysymyksessä 5 vastaajia pyydettiin arvioimaan, sisältääkö heidän opetuksensa aktiviteetteja tai tehtäviä, joiden tarkoituksena on kehittää oppilaiden luonnontieteellistä lukutaitoa. Kaksi kolmasosaa vastaajista (28 opettajaa) oli sitä mieltä, että heidän opetuksensa sisältää tällaisia aktiviteetteja tai tehtäviä. Kolmasosa vastaajista (14 opettajaa) puolestaan vastasi kysymykseen kieltävästi.

Jos opettajat vastasivat yllä esiteltyyn kysymykseen myöntävästi, heitä pyydettiin myös kuvailemaan aktiviteetteja tai tehtäviä, joilla he pyrkivät kehittämään oppilaidensa luonnontieteellistä lukutaitoa. 24 opettajaa kuvaili käyttämiään aktiviteetteja tai tehtäviä jollain tavalla. Pääosin vastaukset olivat suppeita ja vaihtelevia, joten niistä muodostuneita luokkiakin on melko paljon. Opettajien käyttämien tehtävien tai aktiviteettien luokittelu näkyy taulukossa 5.

Taulukko 5: Yläkoulun kemian opettajien käyttämät tehtävät tai aktiviteetit, joilla he pyrkivät kehittämään oppilaidensa luonnontieteellistä lukutaitoa.

Luokka	Mainintojen lkm
Keskustelu aineiston pohjalta	5
Erilaisten kirjallisten aineistojen käyttö opetuksessa	4
Tiettyjen aiheiden käsittely	4
Esitysten tai projektitöiden laatiminen erilaisten aineistojen pohjalta	3
Väittely tai pohdinta annetusta aiheesta	3
Tekstin sisältämän informaation kriittinen pohdinta/tarkastelu	3
Tekstien tulkintatehtävät	2
Tiivistelmien kirjoittaminen artikkelien pohjalta	2
Mielipidetekstin kirjoittaminen	1
Tiedonhakutehtävät internetissä	1
Kysymykset lehtiartikkeleista	1
Materiaalien yhdistely kokonaisuuksiksi ja niiden vertaisarviointi	1
Kemian etsiminen lehtiartikkelista	1

Viisi opettajaa kertoi pyrkivänsä kehittämään oppilaidensa luonnontieteellistä lukutaitoa järjestämällä keskusteluja erilaisten aineistojen pohjalta.

”Oppituntehtäviä, joissa keskustellaan yhdessä tai ainakin parin kanssa esim. lehtiartikkelin pohjalta.” (V6)

”Lehtiartikkelin sisällön kertominen. Siitä keskustelu.” (V37)

”Keskustelua aineiston pohjalta.” (V40)

Neljä opettajaa pyrki tavoitteeseen yksinkertaisesti käyttämällä erilaisia kirjallisia aineistoja opetuksessaan.

”Erilaiset artikkelit populaaritieteellisistä aikakauslehdistä ja sanomalehdistä sekä internetistä.” (V42)

”Tutkimme tuoteselosteita, mainoksia jne” (V27)

”Käytetään materiaaleja monipuolisesti erilaisten työtapojen yhteydessä” (V26)

Neljä opettajaa puolestaan toi vastauksissaan esille tiettyjä aiheita, mutta eivät tarkemmin selittäneet, miten näitä opetuksessaan käsittelevät.

”polttoaineet, kasvihuoneilmiö, kierrätys, ravintoaineet” (V1)

”Erilaisten kemiallisten aineiden vaikutusta omaan terveyteen ja ympäristöön.” (V13)

”Iltalehden esim laihdutus tai ruokaan liittyvää hömppää” (V38)

Oppilaiden luonnontieteellistä lukutaidon kehittymistä tavoiteltiin myös erilaisten aineistojen pohjalta laadittujen esitysten tai projektitöiden kautta (3 mainintaa). Toisaalta opettajat pyrkivät tavoitteeseen myös järjestämällä opetuksessa väittelyitä tai pohdintoja annetuista aiheista (3 mainintaa). Kolme opettajaa puolestaan tähtäsi oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittämiseen erilaisten tekstien sisältämän informaation kriittisen tarkastelun kautta.

”Luetaan yleisönosastokirjoituksia ja pohditaan, mistä ja miten voisi tarkistaa, pitääkö teksti faktatiedoiltaan paikkansa.” (V6)

”Joskus artikkeleissa on kemiallisia virheitä, joista myös keskustelemme ja pohdimme miten asia olisi pitänyt kirjoittaa.” (V11)

”opettaa ajattelemaan kriittisesti, onko jokin mahdollista yms.” (V8)

Kaksi vastaajaa raportoi opetuksensa sisältävän tekstien tulkintatehtäviä.

”Koetehtävät sisältävät aitoja tekstejä, joita oppilaat tulkitsevat.” (V20)

”olen pitänyt kokeessa yhtenä osiona luetunymmärtämistä (kielten tyyliin)”
(V21)

Toisaalta myös artikkeleista kirjoitetuilla tiivistelmillä (2 mainintaa) sekä mielipidetekstien kirjoittamisella (1 maininta) pyrittiin kehittämään oppilaiden luonnontieteellistä lukutaitoa.

”Esim. olemme kirjoittaneet tiivistelmiä tunnilla lehtiartikkeleista.” (V20)

”Kotitehtäviä, joissa kirjoitetaan tiivistelmiä useamman pienen artikkelin pohjalta tai mielipideteksti johonkin aiheeseen.” (V6)

Muut mainitut tehtävät tai aktiviteetit sisälsivät muun muassa tiedonhakua internetistä, kysymyksiä lehtiartikkeleista, materiaalien yhdistelyä kokonaisuuksiksi sekä kemian etsimistä lehtiartikkeleista.

”Tutki/ota selvää netistä - tehtävät” (V32)

”Kysymyksiä yleensä lehtiartikkeleista” (V9)

”Eri materiaalien yhdistelyä uudeksi kokonaisuudeksi. Tämän tyyppisten oppilaiden laatimien kokonaisuuksien vertaisarviointi, jolloin vielä uudelleen haastetaan oppilastoverin tekemän materiaalin kautta miettimään aiheen sisältöä ja merkitystä.” (V40)

”Tarkastelemme jotakin ns. tavallista lehtiartikkeliä ja pyrimme löytämään kemian sieltä. Käytän erilaisia tehtäviä ja tehtävänantoja, joiden avulla oppilaat opettelevat ymmärtämään mistä kemiaan liittyvästä asiasta on kyse.” (V11)

Opettajilta myös kysyttiin, tukevatko nykyiset kemian oppikirjat tai muu valmis oppimateriaali heidän mielestään riittävästi oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittymistä. 25 opettajan (60 %) kanta oli kieltävä ja 16 opettajan (38 %) myöntävä. Yksi opettaja (2 %) ei vastannut kysymykseen ja kirjoittikin perusteluihin, ettei osaa sanoa. Kieltäviä vastauksia perusteli 21 opettajaa. Vastausten luokittelu on esitetty taulukossa 6.

Taulukko 6: Opettajien näkemykset sille, miksi nykyiset kemian oppikirjat tai muu valmis oppimateriaali eivät heidän mielestään tue riittävästi oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittymistä.

Luokka	Mainintojen lkm
Kirjojen liiallinen teoreettisuus /arkielämän yhteyksien puute	6
Kriittisyyteen kannustavan oppimateriaalin puute	5
Kirjojen ajankohtaisuuden puute	4
Kirjojen artikkelimateriaalin puute	4
Oppikirjatekstien monotonisuus	2

Suurin osa opettajista (6 mainintaa) mainitsi kirjojen liiallisen teoreettisuuden tai arkielämän yhteyksien puutteen syyksi sille, että nykyiset valmiit oppimateriaalit eivät heidän mielestään tue riittävästi oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittymistä.

”Kirjat ovat edelleen liian ”hauki on kala” -tyyppisiä paketteja, joissa kemia monesti tehdään hankalaksi ja irralliseksi asiaksi.” (V28)

”Oppikirja on oppikirja. Opiskelijan kannalta se ei mitenkään liity elämään.” (V19)

”Oppikirjat ovat aika asiakeskeisiä, jolloin niissä jää hyvin vähän tilaa tai huomiota luonnontieteelliseen lukutaitoon.” (V9)

Viiden opettajan vastauksissa nousi esille kriittisyyteen kannustavan oppimateriaalin puuttuminen.

”Tehtävät eivät kannusta kriittisyyteen, vaan ulkoaoppimiseen.” (V20)

”Kirjat sisältävät valmiita vastauksia. Oppilaat pitävät niitä totuuksina, tiedon ”pureskelu” ja kriittisyys kärsii, jos vain kirjan teksti on totuus.” (V33)

”Oppimateriaaleista ei löydy juurikaan esimerkkejä mahdollisista vääristä tulkinnoista tai tehtäviä joista on etsittävä ristiriitaisten väitteiden joukosta tieteellisesti pätevät vaihtoehdot” (V25)

Neljän opettajan mielestä ongelmana puolestaan on kirjojen ajankohtaisuuden puute ja neljän opettajan mielestä artikkelimateriaalin puuttuminen.

”Oppikirjat ovat hyvin perinteisiä. Kuvitus on näyttävä, mutta sisältö usein ajastaan jäänyt.” (V40)

”Oppikirja ei tarjoa tukea aiheiden linkittämiseen ajankohtaisiin aiheisiin, mikä on ymmärrettävää kun kirjoja käytetään useita vuosia.” (V24)

”oppikirjoissa pitäisi olla enemmän artikkeleita, siis tavallisia lehtijuttuja ja sitten niihin liittyviä tehtäviä” (V21)

Oppikirjatekstien monotonisuus (2 mainintaa) mainittiin toisaalta myös perusteluna sille, että nykyiset valmiit oppimateriaalit eivät tue riittävästi oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittymistä.

”Kaikki tekstit ovat samaa käsialaa samassa paketissa.” (V3)

”Oppikirjojen teksti on oppikirjamaista, ei niin innostavaa kuin joissain hyvissä tiedeartikkeleissa.” (V10)

Taulukossa 7 näkyy luokittelu niiden opettajien perusteluille, joiden mielestä nykyiset kemian oppikirjat tai muu valmis oppimateriaali tukevat riittävästi oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittymistä. Myöntäviä vastauksia perusteli 11 opettajaa – kolmen perustelun ollessa kuitenkin niin epämääräisiä, ettei niitä voitu ottaa luokitteluun mukaan (esim. *”jollain tavalla” (V5)*, *”ylimääräinen on tietysti hyvänä lisänä” (V31))*.

Taulukko 7: Opettajien näkemykset sille, miksi nykyiset kemian oppikirjat tai muu valmis oppimateriaali heidän mielestään tukevat riittävästi oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittymistä.

Luokka	Mainintojen lkm
Materiaalin monipuolisuus ja runsaus	3
Oppikirjojen monipuoliset ja hyvät tehtävät	2
Oppikirjojen selkeät aihekokonaisuudet	2
Sanaston oppiminen	1

Kolme opettajaa mainitsi olemassa olevien materiaalien monipuolisuuden ja runsauden perusteluna sille, että heidän mielestään nykyiset valmiit oppimateriaalit tukevat riittävästi oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittymistä.

”Oppikirjoissa on paljon hyvää materiaalia; tekstiä, taulukoita, kuvaajia, diagrammeja yms.” (V6)

Kaksi vastaajaa puolestaan toivat perusteluissaan esille oppikirjojen monipuoliset ja hyvät tehtävät.

”Vaihdoimme juuri uuteen kirjasarjaan, jossa on monipuolisempia tehtäviä: tiedonhaku, tutkimustehtäviä jne.” (V15)

Myöntävää kantaa perusteltiin myös oppikirjoista nykyisin löytyvillä selkeillä aihekokonaisuuksilla (2 mainintaa) sekä sillä, että nykyisten kemian oppikirjojen tai

muiden valmiiden oppimateriaalien kautta opitaan elämässä tarvittavaa sanastoa (1 maininta).

”Oppikirjoissa on nykyisin selkeitä aihekokonaisuuksia.” (V13)

”Luodaan sanastoa, jotta voisi ymmärtää myös arki tai työelämässä luonnontieteellisiä asioita.” (V29)

Seitsemännessä kysymyksessä opettajia pyydettiin arvioimaan omia valmiuksiaan oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittämiseen. 12 vastaajaa (29 %) piti valmiuksiaan hyvinä, 27 (64 %) keskinkertaisina ja kolme (7 %) heikkoina.

Hyviä valmiuksiaan perusteli seitsemän opettajaa. Hyvien valmiuksien perustelut ovat luokiteltuna taulukossa 8.

Taulukko 8: Opettajien perustelut hyvillä valmiuksilleen kehittää oppilaiden luonnontieteellistä lukutaitoa.

Luokka	Mainintojen lkm
Pitkä kokemus ja kouluttautuminen	2
Ajankohtaisten aiheiden seuraaminen	2
Kiinnostus aiheeseen	2
Materiaalien runsas käyttö	1

Kaksi opettajaa toi hyvien valmiuksien perusteluissaan esille pitkän kokemuksensa tai kouluttautumisen. Kaksi opettajaa puolestaan perusteli hyviä valmiuksiaan sillä, että seuraa itse ajankohtaisia aiheita. Kiinnostus luonnontieteellistä lukutaitoa koskevaan aiheeseen tuotiin toisaalta myös esille perusteluissa (2 mainintaa). Yksi opettaja perusteli hyviä valmiuksiaan sillä, että käyttää materiaaleja runsaasti opetuksessaan. Esimerkkejä opettajien tarkemmista vastauksista löytyy liitteestä 3.

Keskinkertaisia valmiuksia perusteltiin sekä myönteisten asioiden kautta että puutteiden kautta. Opettajien perustelut keskinkertaisille valmiuksilleen ovat luokiteltuna taulukossa 9.

Taulukko 9: Opettajien perustelut keskinkertaisille valmiuksilleen kehittää oppilaiden luonnontieteellistä lukutaitoa.

Luokka	Mainintojen lkm
Pitkä kokemus	4
Ajankohtaisten aiheiden seuraaminen	2
Sopivien lehtiartikkeleiden hyödyntäminen opetuksessa	2
Koulutuksen ja ideoiden puute	4
Ajan puute	1

Vastausten perusteella voidaan todeta, että näkemys omista valmiuksista on hyvin subjektiivinen kokemus – opettajien keskinkertaisten valmiuksien perusteluissa esiintyikin samoja kriteereitä kuin hyvien valmiuksien perusteluissa. Neljä opettajaa esimerkiksi perustelivat pitkällä kokemuksellaan keskinkertaisia valmiuksiaan kehittää oppilaiden luonnontieteellistä lukutaitoa. Kaksi opettajaa puolestaan perustelivat keskinkertaisia valmiuksiaan sillä, että seuraavat ajankohtaisia aiheita. Kaksi opettajaa toi perusteluissaan esille sen, että hyödyntävät sopivia lehtiartikkeleita opetuksessaan.

Neljä opettajaa perusteli näkemystään keskinkertaisista valmiuksistaan puolestaan ideoiden puutteella ja sillä, että eivät ole saaneet koulutusta oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittämiseen. Yksi opettaja toi perusteluissaan esille myös ajan puutteen. Esimerkkejä opettajien tarkemmista vastauksista on annettu liitteessä 4.

Heikkoja valmiuksiaan kehittää oppilaiden luonnontieteellistä lukutaitoa perusteli vain kaksi vastaajaa. Toinen toi vastauksessaan esille lyhyen kokemuksensa opettajana ja toinen puolestaan opetussuunnitelman perusteiden ja oppikirjan kahlitsevuuden.

”Olen vasta opetusurani alussa.” (V20)

”Ops ja oppikirja kahlitsee liikaa. Pitäisi pystyä etenemään isomman teeman kautta. Koen että oppilaita ei kiinnosta itse tutkia yhtään mitään.” (V36)

Viimeisessä luonnontieteellistä lukutaitoa koskevassa kysymyksessä opettajilta kysyttiin, kuinka tärkeänä he pitävät seuraavaa väitettä:

Kemian opetuksen tulisi kehittää oppilaiden kykyä kriittisesti arvioida lehtiartikkeleita ja muita jokapäiväisessä elämässä vastaantulevia tekstejä, jotka sisältävät kemiaan liittyvää sisältöä.

Vastaajien mielipiteitä selvitettiin viisiportaisen mitta-asteikon avulla, vastausvaihtoehdon ”ei lainkaan tärkeää” saadessa arvon 1 ja vastausvaihtoehdon ”erittäin tärkeää” saadessa arvon 5. Opettajat pitivät väitettä tärkeänä – 22 opettajan (52,4 %) valitessa arvon 4 ja 19 opettajan (45,2 %) valitessa arvon 5. Ainoastaan yksi opettaja valitsi arvon 3. Vastausten keskiarvo oli 4,43 ja keskihajonta 0,55.

Arvon 3 valinnut vastaaja ei perustellut kantaansa. Väitteen tärkeäksi arvioineiden (arvo 4 tai 5) opettajien perustelujen luokittelu näkyy taulukossa 10.

Taulukko 10: Opettajien perustelut väitteen ”*Kemian opetuksen tulisi kehittää oppilaiden kykyä kriittisesti arvioida lehtiartikkeleita ja muita jokapäiväisessä elämässä vastaantulevia tekstejä, jotka sisältävät kemiaan liittyvää sisältöä.*” tärkeydelle.

Luokka	Mainintojen lkm
Yleinen hyöty myöhemmässä elämässä	8
Nykyajan informaatiotulva	6
Päätöksenteko	4
Konkreettiset esimerkit	4
Oikea suhtautuminen mainontaan ja markkinointiin	3
Esitetyn informaation pätevyyden arviointi	3
Ajankohtaisen uutisoinnin seuraaminen	2
Tekstien sisältöjen taustojen oivaltaminen	2
Äidinkielessä ei mahdollisuuksia syventyä tieteellisiin teksteihin	1
Turhien uskomusten ja pelkojen karsiminen	1

Kahdeksan opettajaa perusteli väitteen tärkeyttä yleisellä tasolla – vastauksissaan he toivatkin esille kyvyn yleisen hyödyn oppilaiden myöhemmässä koulun jälkeisessä elämässä.

”Taito, josta on hyötyä myöhemmissä elämänvaiheissa.” (V2)

”Tärkeintä on oppia elämää varten, ei koulua ja arvosanoja varten.” (V9)

”Tämän päivän oppilaat ovat pian työelämässä ja jos nyt jo saa evästyä tulevista, on se aina parempi.” (V30)

Kuusi opettajaa puolestaan perusteli väitteen tärkeyttä nykyaajan informaatiotulvalla. Useammassa vastauksessa tuotiin esille arveluttavan tai virheellisen informaation olemassaolo.

”informaatio lisääntyy koko ajan” (V22)

”Internet sisältää paljon tietoa ja osa siellä olevasta tiedosta on tieteellisesti arveluttavaa.” (V26)

”Medialukutaito on yhä tärkeämpää. Kaikenlaista informaatiota tulee somen kautta.” (V4)

Perusteluissa tuotiin esille myös väitteessä esitellyn kyvyn arvo päätöksenteon kannalta (4 mainintaa).

”Jotta oppilaat osaavat tehdä hyviä valintoja omassa elämässään ja vertailla tuotteita ja tavaroita.” (V23)

Toisaalta perusteluissa mainittiin konkreettisia esimerkkejä (4 mainintaa), joilla opettajat perustelivat arvioiduksi annetun väitteen tärkeyttä.

”Yksi sana: rokotteet” (V3)

”Kaikki käyttävät lukemattomia kemikaaleja, voiteita, hiusvärejä, ruoka-aineita...” (V35)

Kolme opettajaa puolestaan perusteli väitteen tärkeyttä sillä, että oppilaat oppisivat suhtautumaan mainontaan ja markkinointiin oikealla tavalla.

”oppilas osaa suhtautua mainontaan paremmin” (V10)

”Erityisesti markkinointiin liittyvä materiaali on kevyttä ja antaa väärän kuvan.” (V27)

Kolme opettajaa piti väitettä tärkeänä sen vuoksi, että oppilaat oppisivat arvioimaan vastaan tulevan informaation laatua sen pätevyyden kannalta.

”Ettei usko mitä vaan artikkelia todeksi.” (V29)

”jokaisen pitäisi itse pystyä ajattelemaan asioiden oikeellisuus” (V8)

Toisaalta kahden opettajan mielestä kemian opetuksen tulisi kehittää oppilaiden kykyä kriittisesti arvioida kemiaan liittyviä lehtiartikkeleita ja muita jokapäiväisessä elämässä vastaan tulevia tekstejä, jotta oppilaat pystyisivät seuraamaan ajankohtaista uutisointia.

”Monestakaan oppilaasta ei tule kemistiä, mutta olisi tärkeää, että jokainen voisi seurata luonnontieteen uutisointia ja ymmärtää uutisten merkityksen elämässä ja teknologian kehityksessä.” (V40)

Kaksi opettajaa puolestaan pitivät väitteessä mainittua kykyä tärkeänä tekstien sisältöjen taustojen oivaltamisen kannalta.

”Raha (tai muut tarkoitusperät) ohjaa useiden artikkelien tietojen kirjoittajaa.” (V33)

Perusteluissa tuotiin toisaalta esille myös se, että äidinkielen opetuksessa ei ole välttämättä mahdollisuuksia syventyä tieteellisiin teksteihin (1 maininta) ja se, että väitteessä mainittu kyky voi karsia oppilaiden turhia uskomuksia tai pelkoja (1 maininta).

4.3 Yhteenveto ja johtopäätökset

Koska kyselylomakkeeseen vastanneiden yläkoulun kemian opettajien lukumäärä (42 vastaajaa) on kansallisella tasolla suhteellisen pieni, ei tutkimuksen tuloksia voida suoraan yleistää koskemaan koko Suomen yläkoulujen kemian opetusta. On myös huomattava, että kyselylomakkeeseen vastanneiden opettajien joukko saattaa olla jossakin määrin valikoitunut, sillä kyselylomake lähetettiin opettajille kiireiseen aikaan juuri ennen lukuvuoden päättymistä ja toisaalta kyselylomake tavoitti vain Kemman tiedotuslistalla olevat opettajat. Onkin mahdollista, että kyselyyn vastanneet opettajat saattavat olla keskimääräistä aktiivisempia ja kiinnostuneempia kemian opetuksen ajankohtaisista asioista ollessaan tiedotuslistalla ja vastatessaan kyselyyn. On myös huomattava, että Kemman tiedotuslistan olemassaolo ylipäättään on oletettavasti paremmin Helsingin yliopistosta valmistuneiden kuin esimerkiksi muista yliopistoista valmistuneiden kemian opettajien tiedossa.

Joitakin viitteitä yläkoulun kemian opetuksesta tutkimus varmasti kuitenkin antaa. Tutkimuksen perusteella näyttää siltä, että yläkoulun kemian opettajat käyttävät erilaisia valmiiden kemian opetusmateriaalien ulkopuolisia, sähköisessä tai painetussa muodossa olevia, kirjallisia aineistoja opetuksessaan. Suhteellisen tavallista vastaajien keskuudessa oli esimerkiksi Wikipedia-artikkelien sekä yritysten julkaisujen käyttö sekä toisaalta sanoma- ja aikakauslehtiartikkeleiden käyttö.

Hieman ehkä yllättäen oppikirjojen ulkopuolisten kirjojen käyttö opetuksessa oli vastaajien keskuudessa niin yleistä. On kuitenkin huomioitava mahdollisuus, että jotkut opettajat saattoivat tarkoittaa vastatessaan myös opetuksessaan parhaillaan käytössä olevan oppikirjan ulkopuolisia oppikirjoja, vaikka kyselyn tarkoituksena oli tutkia vain valmiiden opetusmateriaalien ulkopuolisia aineistoja. Tähän mahdollisuuteen viittaa esimerkiksi kysymyksen 3 yhteydessä esiintynyt maininta: *”Oppikirjoja käytän ettei tulisi liian yksipuolista kuvaa ja toisaalta jokin asia on toisessa paremmin jne.” (V11)* Olisi kuitenkin

mielenkiintoista tietää, mitä kirjoja opettajat käyttävät. Mahdollisissa jatkotutkimuksissa oppikirjojen ulkopuolisten kirjojen käyttöä kannattaisikin tiedustella tarkemmin.

Vastausten perusteella valmiiden kemian opetusmateriaalien ulkopuolisia kirjallisia aineistoja käytetään pääasiassa kemian arkielämän yhteyksien havainnollistamiseen, lisämateriaalina, oppilaiden kiinnostuksen tukemiseen sekä ajankohtaisten aiheiden esilletuomiseen. Nämä tulokset ovat suhteellisen yhteneviä myös aiempien tutkimusten kanssa (esim. Jarman & McClune, 2002; Kachan et al., 2006).

Vaikka kaksi kolmasosaa vastaajista ilmoitti opetuksensa sisältävän aktiviteetteja tai tehtäviä, joiden tarkoituksena on kehittää oppilaiden luonnontieteellistä lukutaitoa, huomionarvoista on, että opettajien ilmoittamissa opetusmateriaalien ulkopuolisten kirjallisten aineistojen käytön tavoitteissa oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittämisen tavoite ei juuri näkynyt. Lähinnä luonnontieteellisen lukutaidon kehittämiseen viittasi oppilaiden mediakriittisyyden harjoittamisen tavoite (2 mainintaa). Toki mainittiin myös esimerkiksi oppilaiden tiedonhakutaitojen kehittäminen (2 mainintaa), minkä voidaan katsoa liittyvän mediatekstien kriittisen lukemisen kehittämiseen (luku 3.2.3).

Koska opettajien kuvaukset opetuksessaan käyttämistään luonnontieteellistä lukutaitoa kehittävästä aktiviteeteista tai tehtävistä olivat yleisesti ottaen hyvin suppeita, on niiden perusteella hankala saada selkeää kuvaa käytettyjen aktiviteettien tai tehtävien potentiaalista kehittää oppilaiden luonnontieteellistä lukutaitoa. Kysymys 5 olisikin ollut oletettavasti parempi toteuttaa haastattelemalla, jolloin käytettyjen aktiviteettien tai tehtävien yksityiskohtia olisi voinut selvittää tarkemmin.

Pääsääntöisesti opettajat kuitenkin ilmoittivat pyrkivänsä kehittämään oppilaidensa luonnontieteellistä lukutaitoa käyttämällä opetuksessaan erilaisia kirjallisia aineistoja. Näiden aineistojen pohjalta esimerkiksi keskustellaan, väitellään, niitä käytetään esitysten tai projektitöiden laatimisessa tai tiivistelmien tai mielipidetekstien kirjoittamisessa. Epäselväksi kuitenkin jää, kuinka tarkasti esimerkiksi tekstien sisältöihin ja niiden kriittiseen tarkasteluun näissä tehtävissä tai aktiviteeteissa pureudutaan. Kuten Oliveras, Márquez ja Sanmartí (2013) tutkimusraportissaan toteavat, ei riitä, että tekstejä ainoastaan luetaan ja esimerkiksi kysytään kysymyksiä niiden sisällöistä – vaan oppilaita täytyy auttaa ymmärtämään ja arvioimaan niiden sisältöä kriittisesti. Tosin myös viittauksia tekstien sisältöjen syvällisemmästä ja kriittisestä tarkastelusta esiintyi vastauksissa.

”Luetaan yleisönosastokirjoituksia ja pohditaan, mistä ja miten voisi tarkistaa, pitääkö teksti faktatiedoiltaan paikkansa.” (V6)

”Tarkastelemme jotakin ns. tavallista lehtiartikkelia ja pyrimme löytämään kemian sieltä. Käytän erilaisia tehtäviä ja tehtävänantoja, joiden avulla oppilaat opettelevat ymmärtämään mistä kemiaan liittyvästä asiasta on kyse.” (V11)

Opettajien vastauksia luettaessa oli toisaalta havaittavissa, että kyselylomakkeessa annetusta luonnontieteellisen lukutaidon määritelmästä huolimatta käsite oli saattanut jäädä osalle vastaajista epäselväksi. Tähän viittaa esimerkiksi kuvaukset käytettävistä aktiviteeteista ja tehtävistä (4 mainintaa), joiden yhteys oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittämiseen on epäselvä tai kaukaa haettu.

”-pyrin liittämään tutkimustehtävät jokapäiväiseen elämään -selitän joitakin asioita käytännönläheisesti ja tarinanomaisesti omakohtaisiin kokemuksiin liittyen” (V14)

Kysymyksellä 8 pyrittiin kartoittamaan, kuinka tärkeänä opettajat pitivät oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon huomioimista kemian opetuksessa. Opettajat pitivät asiaa tärkeänä ja perustelut antoivat ymmärtää, että monet vastaajat olivat toisaalta oivaltaneet luonnontieteellisen lukutaidon kehittämisen merkityksen oppilaiden myöhemmän elämän kannalta (luku 3.2.1).

Suurin osa vastaajista oli kuitenkin sitä mieltä, että nykyiset kemian oppikirjat tai muu valmis oppimateriaali eivät tue riittävästi oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittymistä. Ongelmana nähtiin kirjojen liiallinen teoreettisuus ja arkielämän yhteyksien puute sekä toisaalta kriittisyyteen kannustavan oppimateriaalin puute ylipäättään. Lisäksi useammissa perusteluissa mainittiin kirjojen ajankohtaisuuden tai artikkelimateriaalin puute. Sähköisten oppikirjojen lisääntyessä kirjojen tekijöiden olisi mahdollisesti halutessaan helppo tarttua edellä mainittuun ongelmaan tarjoamalla silloin tällöin varsinaisen oppikirjan lisämateriaalina ajankohtaisia aiheita käsitteleviä luonnontieteellistä lukutaitoa kehittäviä ja artikkelimateriaalia sisältäviä tehtäviä tai muuta aineistoa.

Tutkimusten mukaan luonnontieteiden opettajilta puuttuu usein luottamusta ja osaamista oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittämiseen (Jarman & McClune, 2007). Vaikka suuri osa tämän tutkimuksen kyselyyn vastanneista opettajista piti omia valmiuksiaan kehittää oppilaiden luonnontieteellistä lukutaitoa keskinkertaisina tai jopa

hyvinä, kaivattiin aiheen käsittelyyn vastaajien keskuudessa kuitenkin ideoita, materiaalia ja koulutusta.

Oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittämiseen tarkoitetuille oppimateriaaleille voidaan siis sanoa olevan selkeästi tarvetta. Seuraavaksi esitellään tässä tutkimuksessa kehitetty elintarvikkeiden lisäaineisiin liittyvä oppimateriaali, jonka tavoitteena on tukea yläkoulun oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittymistä. Myös kehitetyn oppimateriaalin arviointia ja jatkokehittämistä on kuvattu.

5 OPPIMATERIAALIN KEHITTÄMINEN

5.1 Aiheena elintarvikkeiden lisäaineet

Elintarvikelisiä aineilla tarkoitetaan elintarvikkeisiin tarkoituksella lisättäviä aineita, jotka voivat olla luonnossa esiintyvistä kasvi- tai eläinperäisistä raaka-aineista eristettyjä tai synteettisesti valmistettuja. Lisäaineita lisätään elintarvikkeisiin aina jotakin teknologista tarkoitusta varten. (Evira, 2009; Evira, 2015a; Kaptan & Kayısoglu, 2015) Pääsääntöisesti niiden avulla pyritään lisäämään elintarvikkeen turvallisuutta estämällä mikrobien kasvua, parantamaan elintarvikkeen rakennetta esimerkiksi sakeuttamalla, tekemään elintarvike houkuttelevamman näköiseksi tai palauttamaan sille ominainen väri elintarvikkeväreillä, parantamaan makua esimerkiksi makeutusaineilla tai varmistamaan elintarvikkeen maun, rakenteen ja ravitsemuksellisen laadun säilyminen koko myyntiajan. (Evira, 2009; Evira, 2015a)

Huomionarvoista on ero lisäaineiden ja vierasaineiden välillä, joista jälkimmäiset joutuvat elintarvikkeeseen vahingossa ja saattavat tehdä elintarvikkeen terveydelle haitalliseksi tai elintarvikkeeksi kelpaamattomaksi. Elintarvikkeissa esiintyville vieraille aineille onkin asetettu sallitut enimmäismäärät, joiden noudattamista valvotaan viranomaisten taholta. Vierasaineita ovat esimerkiksi lyijy, kadmium ja PCB, joita voi päätyä elintarvikkeisiin ympäristösaasteina sekä homemyrkyt, joita voi syntyä pilaantumisen seurauksena. Toisaalta niitä voi muodostua prosessin aikana (esimerkiksi PAH) tai siirtyä elintarvikkeeseen pakkauksen välityksellä (esimerkiksi tina). Vieraisiin aineisiin luetaan myös eläinlääke- ja torjunta-ainekäsittelyjäämät. (Evira, 2009; Evira, 2015b)

Lisäaineet voidaan jakaa ryhmiin niiden käyttötarkoituksen perusteella. Suomessa Evira jakaa lisäaineet 26 toiminnalliseen ryhmään, jotka ovat makeutusaineet, väriaineet, säilöntäaineet, hapettumisenestoaineet, kantaja-aineet, hapot, happamuudensäätöaineet, paakkuuntumisenestoaineet, vaahdonestoaineet, täyteaineet, emulgointiaineet, sulatesuolat, kiinteyttämisaineet, arominvahventeet, vaahdotusaineet, hyytelöimisaineet, kiillotusaineet, kosteudensäilyttäjät, muunnetut tärkkelykset, pakkauskaasut, ponneaineet, nostatusaineet, kompleksinmuodostajat, stabilointiaineet, sakeuttamisaineet ja jauhон käsittelyaineet. (Evira, 2015a)

Happamuudensäätöaineilla esimerkiksi muutetaan tai säädellään elintarvikkeiden happamuutta ja säilöntäaineet puolestaan pidentävät elintarvikkeiden säilyvyyttä

suojelemalla niitä mikro-organismien aiheuttamalta pilaantumiselta tai patogeenisten mikro-organismien kasvulta. Emulgointiaineet sen sijaan mahdollistavat tasaisen seoksen muodostumisen ja säilymisen kahden tai useamman toisiinsa sekoittumattoman aineen, kuten öljyn ja veden välillä. Nostatusaineita toisaalta esimerkiksi käytetään elintarvikkeissa vapauttamaan kaasuja ja täten lisäämään taikinan tai seoksen tilavuutta. Mahdollista on, että jokin yksittäinen lisäaine saattaa kuulua eri ryhmiin eri elintarvikkeissa, jos sillä on useampia käyttötarkoituksia. (Evira, 2009; Evira, 2011)

Elintarvikkeen valmistuksessa käytetyt lisäaineet selviävät pakkausmerkintöjen kautta. Ne tulee ilmoittaa elintarvikkeen ainesosaluettelossa sekä käyttötarkoitusta osoittavalla ryhmänimellä että lisäaineen kemiallisella nimellä tai E-koodilla. Esimerkiksi hapettumisenestoaineena käytetty askorbiinihappo voidaan ilmoittaa ainesosaluettelossa joko näin 'hapettumisenestoaine (askorbiinihappo)' tai 'hapettumisenestoaine (E300)'. E-koodijärjestelmä on kehitetty Euroopan unionissa ja siihen onkin listattu Euroopan unionin elintarvikekäyttöön turvallisiksi arvioimat lisäaineet. (Evira, 2009; Evira 2015b)

Elintarvikkeiden lisäaineita tutkitaan jatkuvasti ja ennen hyväksymistä elintarvikekäyttöön on niiden läpikäytävä perusteellinen turvallisuusarviointi. (Evira, 2009; Kaptan & Kayısoğlu, 2015; The European Parliament and The Council of The European Union, 2008) Euroopan unionissa lisäaineiden turvallisuuden arvioinnista vastaa Euroopan elintarviketurvallisuusviranomainen EFSA. Turvallisuuden arvioinnin yhteydessä käydään läpi laajaa tieteellistä tutkimusmateriaalia – vähimmäisvaatimuksena turvallisuusarvioinnissa on rotilla tehtävä 90-päiväinen syöttökoe, jossa lisäaineen turvallisuus tulee osoittaa. (Evira, 2009; Heinonen, 2014)

Mikäli tutkimuksissa havaitaan, että lisäaineen suurilla käyttömäärillä voi olla terveydellistä haittaa, määritellään lisäaineelle ADI-arvo (Acceptable Daily Intake). Tällä tarkoitetaan hyväksyttävää päivittäistä enimmäissaantia, jolle ihminen voi periaatteessa altistua joka päivä koko elämänsä ajan ilman terveydellistä haittaa. ADI ilmoitetaan milligrammoina henkilön painokiloa ja vuorokautta kohden. (Evira, 2009) ADI-arvojen turvamarginaalit ovat tiukkoja. ADI:n on oltava pienempi kuin sadasosa annoksesta, jolla ei enää havaita haittavaikutuksia eläinkokeissa. (Heinonen, 2014) Elintarvikkeiden sallitut lisäainepitoisuudet määräytyvät lisäainelainsäädännöstä, jota tarvittaessa muutetaan uusimpien tutkimusten mukaan. (Evira, 2015b; Penttilä, 2001; The European Parliament and The Council of The European Union, 2008)

Ilman lisäaineiden käyttöä nykyaikaisen korkealaatuisten elintarvikkeiden laajan valikoiman ylläpitäminen ei olisi mahdollista – ainakaan ilman huomattavia lisäkustannuksia. (Branen & Haggerty, 2002; Kaptan & Kayısoglu, 2015; Penttilä, 2001) Esimerkiksi hidastaessaan pilaantumista voidaan lisäaineiden käytöllä lisätä elintarvikkeiden turvallisuutta säilyvyyden näkökulmasta merkittävästi. (Branen & Haggerty, 2002; Penttilä, 2001) Toisaalta lisäaineiden käytön myötä esimerkiksi erilaisten välipalatuotteiden, valmisruokatuotteiden, sesongin ulkopuolisten tuotteiden ja kevyttuotteiden valikoima on voinut laajentua merkittävästi. (Branen & Haggerty, 2002) On myös huomattava, että lisäaineet mahdollistavat ruokaostosten teon harvemmin ja niiden käytön myötä ruoanvalmistus on mahdollista hoitaa hyvinkin helposti ja nopeasti. (Summer & Eifert, 2002)

Vaikka lisäaineiden käytöllä voidaan saavuttaa monia etuja, liittyy niiden käyttöön myös keskustelua niiden mahdollisista haittavaikutuksista. Esimerkiksi eri lisäaineyhdistelmien pitkäaikaisen käytön yhteisvaikutuksia on tutkittu vasta suhteellisen vähän ja toisaalta joihinkin tiettyihin lisäaineisiin liittyvät tutkimustulokset saattavat olla jossain määrin kiistanalaisia. (Branen & Haggerty, 2002; Kaptan & Kayısoglu, 2015) Yleisesti asiantuntijat ovat kuitenkin sitä mieltä, että lisäaineiden käytön suuret edut tasapainottavat tavanomaiseen lisäaineiden kulutukseen liittyvää häviävän pientä epävarmuutta niiden mahdollisista terveysvaikutuksista. (Kaptan & Kayısoglu, 2015 [Emerton & Choi, 2008])

Toisaalta kuten Kaptan ja Kayısoglukin (2015) toteavat, mikä tahansa ylen määrin nautittuna on haitallista, kuten tavallinen juomavesi ja vitamiinit. On myös huomattava, että monet lisäaineina käytettävistä aineista esiintyvät ravinnossa myös luontaisesti ja syömme näitä aineita myös peruselintarvikkeiden mukana. Esimerkiksi omena sisältää lisäaineena yleisesti käytettäviä pektiinejä (E440), askorbiinihappoa (E300) ja omenahappoa (E296). (Heinonen, 2014)

Tietyt lisäaineet, kuten emulgointiaineena käytettävä lesitiini (E322) ja säilöntäaineena käytettävä lysotsyymi (E1105), saattavat aiheuttaa joillekin ihmisille allergiaoireita. Lisäaineyliherkkyys on kuitenkin hyvin harvinaista verrattuna yleisimpiin ruoka-aineallergioihin ja pakkausmerkintöjä seuraamalla mahdollisia yliherkkyysoireita aiheuttavia lisäaineita on mahdollista välttää. (Evira, 2009)

Elintarvikkeiden lisäaineet ovat nykypäivänä paljon esillä. Yleisesti ottaen kuluttajat suhtautuvat niiden käyttöön hyvin negatiivisesti. (Kaptan & Kayısoglu, 2015) Jotkin

mediassa esiintyvät kirjoitukset saattavat antaa lisääaineista hyvin yksipuolisen kuvan ja myös virheellistä uskomuksiin perustuvaa tietoa on liikkeellä. Internetin keskustelupalstoilla elintarvikkeiden lisääaineet saatetaan tyrmätä täysin ja lisääaineista puhutaan jopa myrkkyyinä. Toisaalta nykyään myös monia elintarvikkeita mainostetaan ”Ei lisääaineita” -, ”E-koodeja nolla” -, ”Ei säilöntäaineita” -tyyppisillä ilmaisuilla, mikä varmasti osaltaan saattaa lisätä monien kuluttajien lisääaineisiin liittyviä pelkoja tai negatiivista mielikuvaa.

Lisääaineista onkin mahdollista saada helposti hyvin mustavalkoinen kuva, jossa esimerkiksi lisääaineiden käytön perusteet ja hyödyt jäävät kokonaan taka-alalle. Toisaalta on huomattava myös toinen ääripää eli kirjoitukset, jossa lisääaineista kirjoitetaan puolustavaan sävyyn tuomatta esimerkiksi lainkaan esille lisääaineiden hyväksyttäviä päivittäisiä enimmäismääriä, joihin esimerkiksi nitriittien ja bentsoehapon ja sen suolojen bentsoaattien saannin osalta olisi joidenkin hyvä kiinnittää enemmän huomiota (Heinonen, 2014). Monien aihetta koskevien tekstien lukemisen voidaankin sanoa vaativan luonnontieteellistä lukutaitoa, jonka kehittymistä myös tässä tutkimuksessa kehitetty oppimateriaali pyrkii tukemaan.

5.2 Tavoitteet oppimateriaalille

Kuten myös luvussa 3.2.3 tulee ilmi, erilaisten kemiaan liittyvien mediatekstien ymmärtämiseen ja kriittiseen lukemiseen tarvitaan hyvin monipuolista osaamista. Luonnontieteellistä lukutaitoa ei siis voida saavuttaa hetkessä yhden harjoituksen kautta, vaan se kehittyy vähitellen läpi elämän. (DeBoer, 2000; Oliveras et al., 2013)

Tämän tutkimuksen kehittämistuotos ei siis pyri olemaan kaiken kattava materiaali oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittämiseksi, vaan yhdenlainen lähestymistapa aiheeseen elintarvikkeiden lisääaineiden kontekstissa. Tarveanalyysin ja tutkimuskirjallisuuden perusteella kehitettävälle oppimateriaalille muodostettiin seuraavia tavoitteita:

1. Oppimateriaalissa hyödynnetään sellaista kemiaan liittyvää informaalia kirjallista aineistoa, johon kuka tahansa voisi törmätä selaillessaan internetiä, lehtiä tms. (Luonnontieteelliseen yleissivistykseen ja lukutaitoon voidaan katsoa kuuluvaksi kyky lukea kriittisesti ja ymmärtää tavalliselle kansalle suunnattuja kemiaan liittyviä lehtiartikkeleita ja muita tekstejä. (esim. National Research Council, 1996; Nuffield Foundation, 2015))
2. Oppimateriaali tukee oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittymistä:
 - Oppilaat oppivat tarkastelemaan erilaisia tekstejä kriittisesti ja esimerkiksi pohtimaan kirjoittajan tarkoituksia ja arvioimaan esitettyjä väitteitä (Oppimateriaalissa hyödynnetään Oliverasin, Márquezin ja Sanmartín (2013) luonnontieteellistä sisältöä sisältävien artikkelien kriittisen lukemisen elementtejä (luku 3.2.4) valittuihin kirjallisiin aineistoihin soveltuvien osin.)
 - Oppilaat oppivat tarkastelemaan erilaisten kemiaan ja luonnontieteisiin liittyvien tekstien mahdollisia puutteita. (Kriittinen lukija ymmärtää, että erilaisten rajoitusten vuoksi monet artikkelit käsittelevät aiheita vain pintapuolisesti ja tärkeitäkin asioita saattaa jäädä pois. (Jarman & McClune, 2010; Tsai et al., 2013))
 - Oppimateriaaliin sisältyy saman aiheen käsittelyn vertailua eri lähteissä. (Kriittinen lukija osaa vertailla eri lähteiden informaatiota ja ymmärtää, että erilaisista syistä johtuen eri lähteet saattavat käsitellä samaakin aihetta hyvin eri tavoin. (Jarman & McClune, 2001; Jarman & McClune, 2004))
 - Oppimateriaaliin sisältyy lisätiedon selvittämistä annettujen tekstien ulkopuolelta. (Kriittiseen lukemiseen kuuluvana taitona voidaan pitää sitä, että osaa tarvittaessa etsiä merkityksellistä lisätietoa muista lähteistä. (McClune & Jarman, 2010))
 - Oppilaat oppivat ymmärtämään, että tekeillä oleva tiede voi olla luonteeltaan epävarmaa ja kiistanalaista (McClune & Jarman, 2010). (Oppimateriaalin myötä käy esimerkiksi ilmi, että eri lisäaine yhdistelmien pitkäaikaisen käytön yhteisvaikutuksia on tutkittu suhteellisen vähän ja tiettyihin lisäaineisiin liittyvät tutkimustulokset saattavat olla jossain määrin kiistanalaisia. (Branen & Haggerty, 2002; Kaptan & Kayisoglu, 2015))
3. Oppimateriaali tukee oppilaiden monilukutaidon kehittymistä valmiiden kemian opetusmateriaalien ulkopuolisten kirjallisten aineistojen käytön ja niiden kriittisen ja analyttisen tarkastelun myötä. (Luonnontieteellisen lukutaidon voidaan katsoa olevan osa monilukutaitoa, joka kuuluu Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden (Opetushallitus, 2014) laaja-alaisen osaamisen yleistavoitteisiin.)

4. Oppilaat oppivat elintarvikkeiden lisäaineisiin liittyvää kemiaa ja suhtautumaan lisäaineisiin tietopohjalta mahdollisten uskomusten sijaan. Tavoitteena on myös karsia lisäaineisiin mahdollisesti liittyviä turhia pelkoja. (Artikkeleissa tai muissa mediateksteissä käsiteltyjen kemiaan liittyvien aihepiirien aiempi tuntemus helpottaa näiden kriittistä arviointia. (Oliveras et al., 2013))

5.3 Luonnontieteellisen lukutaidon kehittymistä tukeva oppimateriaali yläkoulun kemian opetukseen

Tässä tutkimuksessa kehitetty oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittymistä tukeva oppimateriaali elintarvikkeiden lisäaineista (Kuva 3) löytyy osoitteesta <https://peda.net/p/linnavuo/lvel> (Liite 5). Oppimateriaali laadittiin edellisessä luvussa esiteltyjen tavoitteiden pohjalta ja lopulliseen muotoonsa materiaali viimeisteltiin yläkoulun kemian opettajilta kyselylomakkeen kautta saadun palautteen perusteella (luvut 5.3.1 ja 5.3.2). Oppimateriaalin käyttöä tukeva opettajille suunnattu aineisto löytyy liitteestä 6 sekä oppimateriaalin etusivun sivupalkista avaimella E210. Opettajan aineistossa kerrotaan muun muassa oppimateriaalin tavoitteista ja annetaan ohjeita oppimateriaalin käyttöön. Se sisältää myös mallivastaukset materiaalin sisältämiin tehtäviin.

LISÄAINEIDEN VIIDAKOSSA – ELINTARVIKKEIDEN LISÄAINEET

1. Keskustele parin kanssa

2. Internetin keskustelut

3. Tutustutaan lisäaineisiin tarkemmin

4. Helsingin Sanomien artikkeli

5. Näkemyksesi nyt?

6. Paluu internetin keskusteluun

Opettajan aineisto

Tervetuloa!

Tässä materiaalissa tutustutaan elintarvikkeiden lisäaineisiin. Materiaali koostuu kuudesta osiosta, jotka näkyvät sivun vasemmassa laidassa. Tarkoituksena on, että materiaalissa edetään numerojärjestyksessä.

Opettajasi voi antaa sinulle myös muita ohjeita, joten toimi niiden mukaan.

Kiehtovaa matkaa lisäaineiden "viidakossa"! :)



(Elisa Azzali/Wikimedia Commons CC-BY-SA 2.0 Generic lisenssi)

Kuva 3: Tutkimuksessa kehitetyn oppimateriaalin etusivu.

Oppimateriaali toteutettiin verkkomateriaalina, jotta materiaalin sisältämien internetlinkkien käyttö olisi mahdollisimman sujuvaa. Samalla haluttiin myös tukea oppilaiden tieto- ja viestintäteknologisen osaamisen kehittymistä, mikä toisaalta tuodaan

esille myös uuden Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden (Opetushallitus, 2014) laaja-alaisen osaamisen yhtenä yleistavoitteena (L5). Oppimateriaali laadittiin Peda.net -verkkopalveluun <https://peda.net/>, sillä se oli tutkijalle ennestään jossain määrin tuttu, suhteellisen helppokäyttöinen ja tutkielman ohjaajan suosittelu.

Oppimateriaali koostuu kuudesta osiosta, jotka löytyvät numeroituna materiaalin etusivun vasemmasta laidasta. Tarkoituksena on, että osiot käydään läpi numerojärjestyksessä, jolloin oppilaan kyky elintarvikkeiden lisäaineita koskevien kirjoitusten kriittiseen tarkasteluun vähitellen kehittyy. Opettajan aineistossa annetaan joitakin ehdotuksia oppimateriaalin vaihtoehtoiseen käyttöön, jos aikaa ei ole koko materiaalin perusteelliseen läpikäymiseen tai jos esimerkiksi materiaalin sisältämä sanomalehtiartikkeli tuntuu opetusryhmän tasoon nähden liian haasteelliselta.

Oppimateriaaliin kriittisen tarkastelun kohteeksi valittiin elintarvikkeiden lisäaineita koskevat ja internetistä löytyvät Anna-lehden keskustelupalstan keskustelunavaus (oppimateriaalin osiot 2 ja 6) sekä Helsingin Sanomien artikkeli (oppimateriaalin osio 4), jonka käyttöön pyydettiin lupa Helsingin Sanomilta. Näihin kahteen päädyttiin muun muassa siksi, että ne olivat elintarvikkeiden lisäaineita koskien sävyiltään lähes ääripäitä toisiinsa nähden ja näiden kirjoittamisen tarkoitukset selkeästi toisistaan poikkeavia.

Keskustelupalstan keskustelunavauksen valintaan vaikutti lisäksi se, että keskustelupalstojen ajateltiin olevan nuorten keskuudessa yleisesti luettuja ja kuitenkin kriittistä suhtautumista vaativia. Tarveanalyysin perusteella näyttää toisaalta siltä, että keskustelupalstojen ja muiden yksityishenkilöiden kirjoittamien vapaamuotoisten tai epävirallisten tekstien käyttö yläkoulun kemian opetuksessa on yleisesti ottaen hyvin vähäistä. Näin ollen oppimateriaaliin haluttiin tuoda myös aineistoa, jollaista oppilaat harvemmin kemian opetuksessa kohtaavat. Helsingin Sanomien artikkelin valinnan taustalla vaikutti muun muassa tavoite, että oppilaat oppisivat tarkastelemaan myös virallisempina pidettyjen lähteiden (kuten sanomalehtien) kemiaan ja luonnontieteisiin liittyviä tekstejä kriittisesti ja arvioimaan niiden sisältämää informaatiota. Opettajan aineistossa keskustelupalstan keskustelunavausta ja Helsingin Sanomien artikkelia käsitellään tarkemmin.

Oppimateriaalin osio 3 laadittiin tukemaan internetin keskustelunavauksen ja Helsingin Sanomien artikkelin kriittistä lukemista ja arviointia. Tavoitteena myös oli, että oppilaat oppisivat lisäaineisiin liittyvää kemiaa ja tietoja, joista saattaa olla hyötyä esimerkiksi

lisäaineita sisältävien elintarvikkeiden turvallisuuden arvioinnin kannalta. Osio pohjautuu tämän tutkielman lukuun 5.1. Osio sisältää myös tehtäviä, joissa muun muassa selvitetään lisätietoja elintarvikkeiden lisäaineista internetin avulla. Yhtenä oppimateriaalin tavoitteena voidaankin pitää sitä, että oppilaat ymmärtäisivät, että lisätietojen selvittämisen myötä erilaisten kemian ja luonnontieteitä koskevien tekstien kriittinen lukeminen todennäköisesti helpottuu.

Tutkimusten mukaan oppilaat toivovat kemian oppitunneille enemmän pienissä ryhmissä työskentelyä (Lavonen, Juuti, Meisalo, Uitto & Byman, 2005). Oppilaiden on toisaalta todettu myös oppivan tehokkaammin, kun harjoituksissa on mukana aktiivista osallistumista, kuten keskustelua ja vuorovaikutusta. (Chi, 2009; Mercer & Littleton, 2007) Kehitettyyn oppimateriaaliin sisällytettiin runsaasti parikeskusteluja, jotka voidaan toki toteuttaa myös pienissä, esimerkiksi kolmen hengen ryhmissä.

Materiaali on laadittu lisäksi siten, että oppilasryhmän tason mukaan oppilaiden on mahdollista työskennellä materiaalin parissa myös pitkälti itsenäisesti ja parin kanssa, jolloin opettaja voi toimia lähinnä tukihenkilönä, auttaa tarvittaessa ja esimerkiksi antaa ohjeita materiaalin osioiden välissä. Näin ollen oppilaiden kriittisyys, mahdollisesti hyvin erilaajuinenkin tietämys tai uskomukset elintarvikkeiden lisäaineista voivat omaan tahtiin kehittyä. Kuten opettajan aineistossakin mainitaan, vähintään osioiden 4 ja 6 sisältämiä kysymyksiä kannattaa kuitenkin käsitellä myös yhteisesti koko ryhmän kesken, jolloin oppilaiden oppimista voi helpommin arvioida ja auttaa heitä materiaalin sisältämien tekstien kriittisessä arvioinnissa.

5.3.1 Oppimateriaalin arviointi

Tässä tutkimuksessa kehitetyn oppimateriaalin arviointi toteutettiin verkkokyselynä joulukuussa 2015. Oppimateriaalin arviointia varten laadittu kyselylomake (Liite 7) lähetettiin 15:lle yläkoulun kemian opettajalle, jotka olivat jättäneet sähköpostiosoitteensa tutkielman empiirisen ongelma-analyysin yhteydessä teetetyssä kyselyssä. Vastausprosentin parantamiseksi kyselyn yhteydessä järjestettiin jälleen kirja-arvonta. Vastauksia saatiin seitsemän, vastausprosentin ollessa täten 46,7.

Tutkielman rajaamisen vuoksi oppimateriaalin arviointi haluttiin pitää melko kevyenä, joten kyselylomakkeen kysymykset pidettiin suhteellisen yleisluonteisina paneutumatta

materiaalin tarkempaan yksityiskohtiin. Vastaajille annettiin kuitenkin kyselylomakkeen lopussa mahdollisuus jättää tarkennuksia tai vapaita kommentteja materiaalista. Varsinaisia kysymyksiä lomake sisälsi viisi kappaletta.

Kehitetyn oppimateriaalin arviointilomakkeessa vastaajia pyydettiin arvioimaan seuraavaa väitettä:

Oppimateriaali tukee mielestäni oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittymistä.

Vastaajien mielipiteitä selvitettiin viisiportaisen Likertin asteikon avulla, vastausvaihtoehdon ”täysin eri mieltä” saadessa arvon 1 ja vastausvaihtoehdon ”täysin samaa mieltä” saadessa arvon 5. Kyselyyn vastanneet yläkoulun kemian opettajat olivat sitä mieltä, että kehitetty oppimateriaali tukee oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittymistä, viiden opettajan (71,4 %) antaessa esitetylle väitteelle arvon 5 ja kahden opettajan (28,6 %) antaessa väitteelle arvon 4.

On kuitenkin huomattava, että jonkin verran kysymykseen saatujen vastausten luotettavuutta saattaa heikentää se, että arvoja 2–4 ei oltu kyselylomakkeessa sanallisesti määritelty. Arvot 2–4 olisivatkin olleet syytä määritellä tarkemmin antamalla niille selitykset ”jokseenkin eri mieltä” (arvo 2), ”ei samaa eikä eri mieltä” (arvo 3) ja ”jokseenkin samaa mieltä” (arvo 4). Nykyisellään arvon 4 valinneiden vastaajien vastauksia voidaan siis pitää jossain määrin tulkinnanvaraisina.

Kaikki vastanneet toisaalta ilmoittivat, että voisivat käyttää kehitettyä materiaalia kemian opetuksessaan. Perusteluissa tuotiin esille seuraavia näkökulmia:

- ”*Ravintoaineiden kemian jatkona.*”
- ”*Todella hyvin tehty materiaali, jonka voi antaa sellaisenaan oppilaille. Olet löytänyt aiheeseen erinomaisesti liittyvää materiaalia (etenkin mielipidekirjoitus ja Hesarin artikkeli). Tällaista materiaalia on välillä vaikea löytää suomeksi.*

Materiaali on jäsennelty hyvin peda.net-alustalle, mikä tekee siitä helppokäyttöistä. Olet myös tarjonnut materiaalissa sopivan määrän tietoa ja tukea.

Laskutehtävät voivat olla vaikeita peruskoululaisille, mutta niidenkin kanssa selvittäään.”

- ”Monialaisissa opinnoissa hyvä lisämateriaali esim. kemia, kotitalous ja terveystieto”
- ”Olen käsitellyt samaa aihetta vastaavasti, mutta en ole korostanut medialukutaitoa näin paljon.”

Kehitetyn oppimateriaalin arvioitiin soveltuvan parhaiten 9. luokan kemian opetukseen (7 mainintaa), mutta sen arvioitiin sopivan myös 7. ja 8. luokkien kemian opetukseen. Kukaan vastanneista ei ollut sitä mieltä, että materiaali ei sovellu yläkoulun kemian opetuksen tueksi. (Taulukko 11)

Taulukko 11: Yläkoulun kemian opettajien arvio väitteelle: ”Materiaali soveltuu mielestäni parhaiten... (voit valita useampia)”

	Mainintojen lkm (n=7)	% vastaajista
7. luokan kemian opetukseen	2	28.6 %
8. luokan kemian opetukseen	4	57.1 %
9. luokan kemian opetukseen	7	100 %
Materiaali ei sovi mielestäni yläkoulun kemian opetuksen tueksi	0	0 %

Oppimateriaalin kehittämisehdotukset liittyivät lähinnä oppimateriaalin sisällä navigoinnin kehittämiseen sekä sen visuaalisen ilmeen ja houkuttelevuuden kehittämiseen. Mahdollisina laajennusehdotuksina tuotiin toisaalta esille tietynlaisten tehtävien lisääminen, biokemian lisääminen ja luomulle asetettujen standardien esille tuominen. Tarkemmat vastaajien kehittämisehdotukset ovat esitettynä alla.

- ”Käyttöliittymää”
- ”Nettimateriaali on riittävä. Paluu valikkoon ei ole tabletillani selkeä... Otsikon linkistä. Jos ei ole koneita käytössä, onko saatavana esim. PowerPoint ja pdf-versiot? Oppilaat voivat käyttää älypuhelimia tiedonhakuun, mutta siihen sivusto ehkä hankala.”
- ”Siihen voisi lisätä kuvia. Oppilas jaksaisi varmaan lukea paremmin.”
- ”Osioille olisi hyvä saada 'iskevämmät' nimet kuin esim "pohdintaa". Aineisto voi olla hieman raskas heikoille oppilaille, jokin kevyempi tuottamistehtävä olisi mukava loppuun. Kirjoitustehtäviä tuossa on tarpeeksi, mutta

esim. mainoksen tai jonkin muun kuvamateriaalin teettämisellä voisi herätellä oppilaitten omaa kiinnostusta enemmän.”

- *”Nettisivujen keskusteluista voisi poimia mahdollisimman tuoreita kirjoituksia. Asiasta on kirjoitettu joissakin tuoreimmissa blogeissa. Hieman biokemiaa. Mitä fysiologisia vaikutuksia tietyillä aineilla on.”*
- *”Mielestäni materiaali on nyt laajuudeltaan sopiva, en ehkä sitä laajentaisi enää, koska sitten aika ei ehkä riitä käsittelyyn. Jos laajennusta haluaa, voisi ehkä ottaa huomioon esim. luomulle asetetut standardit. Siellähän lisäaineiden suhteen on tiukkoja määräyksiä. Mutta silti tuotteessa voidaan käyttää vaikka sitruunahappoa happamuudensäätelyyn, ilman että puhutaan lisäaineista.”*

Opettajan aineiston vastaajat arvioivat tukevan riittävästi oppimateriaalin käyttöä (6 mainintaa). Yksi vastaaja ei ollut jostain syystä saanut opettajan aineistoa avattua, minkä vuoksi ei pystynyt sitä arvioimaan.

Muina kommentteina opettajien vastauksissa tuli esille seuraavia näkökulmia:

- *”Hieno materiaali, jota voi eriyttää käytettävästä ajasta riippuen. Sopii mm. orgaanisen kemian jatkoksi/jälkeen.”*
- *”Tietokoneiden määrä koulussa asettaa rajoituksia edelleen.”*
- *”Aineistoa olisi hyvä päivittää muutaman vuoden välein uusilla mielipidekirjoituksilla. Jos oppilaat käsittelevät artikkelia useamman vuoden takaa, koko tehtävä tuntuu auttamattoman vanhentuneelta.”*
- *”Sellaisenaan hyvä materiaali, voi suoraan soveltaa 9- luokan kemiaan lisämateriaalina.”*

5.3.2 Oppimateriaalin jatkokehittäminen

Verkkokyselyn perusteella kehitetyn oppimateriaalin ulkoasua ja houkuttelevuutta parannettiin lisäämällä materiaaliin kuvia. Koska Peda.net -verkkopalvelu oppimateriaalin alustana asettaa oppimateriaalin toteutukselle tiettyjä rajoitteita, ei joidenkin vastaajien kokemuksiin käyttöliittymään liittyviin puutteisiin voitu juuri vaikuttaa. Numeroimalla oppimateriaalin osiot navigointi oppimateriaalin sisällä on kuitenkin pyritty tekemään mahdollisimman selkeäksi. Vastausten perusteella oppimateriaalin osioiden otsikointia vielä pohdittiin ja joitakin pieniä muutoksia tehtiin.

Koska kehitetyn oppimateriaalin päätavoite oli tukea oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittymistä eikä esimerkiksi olla mahdollisimman kattava tietopaketti lisäaineista, ei oppimateriaalin sisältöä esille tulleiden laajennusehdotusten perusteella kuitenkaan enää lähdetty tämän tutkielman puitteissa laajentamaan. Myöskään keskustelupalstan keskustelunavasta ei vaihdettu uudempaan, sillä kyseisen kirjoituksen katsottiin olevan oppimateriaalin kokonaisuuden kannalta löydetyistä vaihtoehdoista paras. Jos opettaja kuitenkin haluaa käsitellä oppitunnillaan uudempaa aineistoa, ovat esimerkiksi osoitteista http://www.vauva.fi/keskustelu/3843311/ketju/lisaaineet_ja_terveys ja <http://www.demi.fi/keskustelut/oma-planeetta/e-koodit#.Vo52AFLdcrh> löytyvien keskustelujen keskustelunavaukset sävyltään samantyyppisiä kuin oppimateriaalin sisältämä keskustelunavaus.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Koska koulun ulkopuolella vastaantulevat kemiaan liittyvät tekstit poikkeavat yleensä huomattavasti oppilaiden tavallisesti kohtaamista oppikirjateksteistä, tarvitaan kemian opetukseen aktiviteetteja, jotka tukevat niiden kriittistä lukemista ja ymmärtämistä – toisin sanoen oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittymistä. Tällaisten aktiviteettien myötä kemian opetukseen voidaan toisaalta tuoda myös oppilaiden kaipaamaa merkityksellisyyttä (luvut 3.2.1 ja 3.3.3).

Tämä tutkimus antoi uutta tietoa valmiiden kemian opetusmateriaalien ulkopuolisten kirjallisten aineistojen käytöstä yläkoulun kemian opetuksessa sekä toisaalta viitteitä siitä, miten tämänhetkinen yläkoulun kemian opetus tukee oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittymistä. (luku 4) Empiirisen ongelma-analyysin perusteella näyttää siltä, että yläkoulun kemian opettajat käyttävät erilaisia valmiiden kemian opetusmateriaalien ulkopuolisia kirjallisia aineistoja opetuksessaan. Pääasiassa näiden käytön tavoitteet liittyvät kuitenkin kemian arkielämän yhteyksien havainnollistamiseen, lisätiedon tarjoamiseen, oppilaiden kiinnostuksen tukemiseen sekä ajankohtaisten aiheiden esilletuomiseen – oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittämisen saadessa vähemmän huomiota.

Tutkimuksen perusteella voidaan sanoa, että oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittämiseen suunnatulle valmiille oppimateriaalille on tarvetta ja toisaalta aiheesta voisi olla aiheellista järjestää myös opettajille koulutusta. Opettajat kuitenkin näyttävät ymmärtävän luonnontieteellisen lukutaidon kehittämisen merkityksen oppilaiden myöhemmän elämän kannalta ja pitävät oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittämistä tärkeänä kemian opetuksen tavoitteena.

Tässä tutkimuksessa kehitetty yläkoulun kemian opetukseen suunnattu oppimateriaali tarjoaa yhdenlaisen lähestymistavan oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittämiseen, elintarvikkeiden lisäaineiden kontekstissa. Oppimateriaalin laatimisessa kiinnitettiin huomiota haasteisiin, joita oppilailla on todettu esiintyvän erilaisten kemiaan liittyvien mediatekstien kriittisessä lukemisessa (luku 3.2.1). Näin ollen oppimateriaalissa muun muassa pohditaan sen sisältämien tekstien kirjoittajien tarkoituksia, arvioidaan teksteissä esitettyjen väitteiden luotettavuutta sekä niissä mahdollisesti esiintyviä puutteita. Koska tämäntyyppistä oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittämiseen suunnattua

valmista oppimateriaalia ei opettajien vastausten perusteella ole juuri tarjolla, voidaan kehitettyä materiaalia pitää tässä mielessä merkittävänä.

Vaikka opettajien arvioiden perusteella tutkimuksessa kehitetty oppimateriaali tukee oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittymistä ja soveltuu yläkoulun kemian opetukseen, voisi mahdollisissa jatkotutkimuksissa olla kiinnostavaa tutkia kehitetyn oppimateriaalin käyttöä aidoissa oppilasryhmissä.

Koska erilaiset kemiaan liittyvät tavalliselle kansalle suunnatut mediatekstit ja muut kirjoitukset voivat olla keskenään hyvin erityyppisiä, ei näiden kriittiseen lukemiseen ja arvioimiseen voida antaa mitään yleispätevää ja pettämätöntä kaavaa (Jarman & McClune, 2001). Kehitetyn oppimateriaalin, opettajille suunnatun aineiston ja tutkielman teoreettisen viitekehyksen toivotaan kuitenkin antavan pohjatietoa ja ideoita myös oppimateriaalin ulkopuolisten, kemiaan liittyvien mediatekstien kriittiseen tarkasteluun ja tätä kautta oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittämiseen – niin kemian opettajille kuin myös mahdollisille muille aiheesta kiinnostuneille tutkijoille ja esimerkiksi kemian oppimateriaalien tekijöille.

Tutkijan mielestä haasteita luonnontieteellisen lukutaidon kehittämiseen kemian opetuksessa voi tuoda se, että esimerkiksi monet mediassa esiintyvät kirjoitukset käsittelevät hyvin monialaisia aiheita, peruskoulun kemiaan suoraan liittyvien kirjoitusten ollessa vähemmän edustettuina. Näin ollen kirjoituksia, joiden kriittiseen arviointiin peruskoulun kemian opetus antaa tarpeeksi valmiuksia, voi olla hankala löytää. Oppilaat saattavatkin tarvita lisätietoa perinteisesti kemian tunneilla käsiteltyjen aiheiden lisäksi, jotta kriittinen lukeminen ja arviointi onnistuvat. Tämä voidaan kuitenkin nähdä myös hyvänä perusteena oppilaiden tiedonhakutaitojen harjoittamiseen.

Kannattaa myös huomata, että monien mediatekstien käsitellessä oppiainerajat ylittäviä aiheita, tavoite oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittämiseksi voi lisäksi tarjota hyvän väylän eri oppiaineiden väliseen yhteistyöhön ja oppiainerajoja rikkovaan opetukseen. (Jarman & McClune, 2010) Koska esimerkiksi terveyteen, ravintoon ja ympäristöön liittyviä kirjoituksia esiintyy mediassa usein, voi kemian opettajien yhteistyö esimerkiksi terveystiedon, kotitalouden, biologian ja maantiedon opettajien kanssa olla hedelmällistä oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittämisessä. Toisaalta koska kemiaan liittyvien mediatekstien kriittisessä lukemisessa tärkeää on myös

tiedotusvälineiden toimintatapojen tunteminen (luku 3.2.3), voi myös äidinkielen opettajien asiantuntemus olla hyödyksi tavoitteen kannalta.

On kuitenkin huomattava, että erilaisten kemiaan liittyvien mediatekstien kriittisen lukemisen ja ymmärtämisen vaatiessa hyvin monipuolista osaamista (luku 3.2.3), oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittäminen ei ole helppo tehtävä. Kuten DeBoerkin (2000) huomauttaa, tuskin ketään voidaan sanoa luonnontieteellisesti lukutaitoiseksi edes lukiosta valmistumisen jälkeen ja jopa luonnontieteiden ammattilaiset voivat kokea kemiaan liittyvien mediatekstien kriittisen lukemisen joskus haasteelliseksi (Jarman & McClune, 2001). Vaikka luonnontieteellistä yleissivistystä ja siihen kuuluvaa luonnontieteellistä lukutaitoa voidaan kehittää läpi elämän, ovat näiden kehittymisen juuret kuitenkin peruskoulun kemian ja muiden luonnontieteiden opetuksessa. (Roberts & Bybee, 2014) Oliverasin ja kollegoiden (2013) mukaan luonnontieteellistä lukutaitoa kehittäviä harjoituksia tulisikin sisällyttää säännöllisesti oppilaan koulutien varrelle.

6.1 Tutkimuksen luotettavuus

Koska tutkimuksen empiiriseen ongelma-analyysiin sisältyneeseen kyselyyn vastanneiden yläkoulun kemian opettajien lukumäärä on kansallisesti ottaen suhteellisen pieni, ei tutkimuksen tuloksia voida suoraan yleistää koskemaan koko Suomen yläkoulujen kemian opetusta. Suuntaa antavina tutkimuksen tuloksia voidaan varmasti kuitenkin pitää. Kyselytutkimuksen luotettavuuteen on osaltaan voinut vaikuttaa esimerkiksi kyselylomakkeen kysymysten muotoilussa onnistuminen, vastaajien huolellisuus kysymysten lukemisessa ja vastaamisessa sekä vastaajien mahdolliset ennakkotiedot tai -käsitykset luonnontieteellisestä lukutaidosta.

On myös huomattava, että kyselytutkimuksesta saadun laadullisen aineiston sisällönanalyysi on tutkijan henkilökohtainen näkemys aineistosta. Jos aineistossa tuli vastaan tutkijan mielestä epäselviä ilmauksia, sisällönanalyysin luotettavuutta on kuitenkin pyritty parantamaan keskustelemalla anonymisti opettajien vastausten luokittelusta myös tutkimuksen ulkopuolisten henkilöiden kanssa. Sisällönanalyysissä on toisaalta pyritty läpinäkyvyyteen nostamalla esille runsaasti havainnollistavia esimerkkejä opettajien vastauksista. Näiden avulla lukija voi arvioida toteutettua sisällönanalyysia.

Kuten aiemminkin on todettu (luku 4.3) kyselylomakkeen kysymys 5 olisi todennäköisesti ollut tarkoituksenmukaisempaa toteuttaa haastattelemalla, jolloin opettajien opetuksessaan käyttämien aktiviteettien tai tehtävien luonteesta olisi mahdollisesti saatu tarkempi kuva. Nyt jossain määrin epäselväksi jäi, kuinka hyvin opettajien opetuksessaan käyttämät aktiviteetit tai tehtävät tukevat oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittymistä. Kuitenkin valmiiden kemian opetusmateriaalin ulkopuolisten kirjallisten aineistojen käytön pää tavoitteet näyttävät olevan oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittämisen ulkopuolella.

Koko tutkielman raportoinnissa on pyritty tarkkuuteen ja selkeyteen. Tavoitteena oli, että kuka tahansa lukija pystyy seuraamaan tutkimuksen etenemistä ja oppimateriaalin kehittämisprosessia vaivatta.

Lähteet

- Akengin, H., & Sirin, A. (2013). A comparative study upon determination of scientific literacy level of teacher candidates. *Educational Research and Reviews*, 8(19), 1882–1886. doi:10.5897/ERR2013.1552
- Aksela, M. (2012). Tiedekasvatus ja sen tulevaisuus. *Tieteessä Tapahtuu*, 30(4), 1–2.
- Aksela, M., & Pernaa, J. (2013). Kehittämistutkimus pro gradu -tutkielman tutkimusmenetelmänä. Teoksessa J. Pernaa (Toim.), *Kehittämistutkimus opetuslalla*. (s. 181–200) Jyväskylä: PS-kustannus.
- Anderson, T., & Shattuck, J. (2012). Design-Based Research: A Decade of Progress in Education Research? *Educational Researcher*, 41(1), 16–25. doi:10.3102/0013189X11428813
- Bauer, L., Nelson, D., Parsons, A., & Purdum, M. B. (1998). Improvement of Scientific Literacy at the Primary Level.
- Bennett, J. (2003). *Teaching and learning science : a guide to recent research and its applications*. London : Continuum. Retrieved from <http://helka.linneanet.fi/cgi-bin/Pwebrecon.cgi?BBID=1835614>
- Bennett, J., Hogarth, S., & Lubben, F. (2003). *A systematic review of the effects of context-based and Science-Technology-Society (STS) approaches in the teaching of secondary science: Review summary*. University of York, UK. Retrieved from <http://eprints.whiterose.ac.uk/73798/>
- Branen, L.A., & Haggerty R. J. (2002). Introduction to food additives. Teoksessa L. A. Branen, M. P. Davidson, S. Salminen & J. H. Thorngate III (Toim.), *Food Additives*. (s. 1–10). (2nd ed.) New York: Marcel Dekker Inc.
- Bybee, R., & McCrae, B. (2011). Scientific Literacy and Student Attitudes: Perspectives from PISA 2006 science. *International Journal of Science Education*, 33(1), 7–26. doi:10.1080/09500693.2010.518644
- Cavas, P. H., Ozdem, Y., Cavas, B., Cakiroglu, J., & Ertepinar, H. (2013). Turkish pre-service elementary science teachers ' scientific literacy level and attitudes toward science. *Science Education International*, 24(4), 383–401.
- Chi, M. T. H. (2009). Active-Constructive-Interactive: A Conceptual Framework for Differentiating Learning Activities. *Topics in Cognitive Science*, 1(1), 73–105. doi:10.1111/j.1756-8765.2008.01005.x
- Collins, A., Joseph, D., & Bielaczyc, K. (2004). Design research: Theoretical and methodological issues. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 15–42.
- DeBoer, G. E. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582–601. doi:10.1002/1098-2736(200008)37:6<582::AID-TEA5>3.0.CO;2-L

- Durant, J. (1993). What is Scientific Literacy? Teoksessa J. Durant & J. Gregory (Toim.), *Science and Culture in Europe*. (s. 129-138). London: Science Museum.
- Edelson, D. C. (2002). Design Research: What We Learn When We Engage in Design. *Journal of the Learning Sciences*, 11(1), 105–121. doi:10.1207/S15327809JLS1101_4
- Elliott, P. (2006). Reviewing newspaper articles as a technique for enhancing the scientific literacy of student-teachers. *International Journal of Science Education*, 28(11), 1245–1265. doi:10.1080/10670560500438420
- Evira (2009). *Lisäaineopas*. Eviran julkaisuja. 4/2009. Elintarviketurvallisuusvirasto Evira. Helsinki: Multiprint Oy.
- Evira (2011). Elintarvikelisiä aineryhmiä.
<http://www.evira.fi/portal/fi/elintarvikkeet/tietoa+elintarvikkeista/koostumus/elintarvikeparanteet/lisaaineet/lisaaineryhmat/>, luettu 4.12.2015.
- Evira (2015a). Elintarvikeparanteiden valvontaohje -lisäaineet, aromit ja entsyymit. Eviran ohje 17054/4.
http://www.evira.fi/files/attachments/fi/evira/lomakkeet_ja_ohjeet/elintarvikkeet/elintarvikeparanteet/eviran_ohje_17054_4.pdf, luettu 3.12.2015.
- Evira (2015b). Elintarvikkeiden lisäaineet.
<http://www.evira.fi/portal/fi/elintarvikkeet/tietoa+elintarvikkeista/koostumus/elintarvikeparanteet/lisaaineet/>, luettu 4.12.2015.
- Ford, B. (1998). Critically evaluating scientific claims in the popular press. *The American Biology Teacher*, 60(3), 174–180.
- Gerber, B. L., Cavallo, A. M. L., & Marek, E. A. (2001). Relationships among informal learning environments, teaching procedures and scientific reasoning ability. *International Journal of Science Education*, 23(5), 535–549. doi:10.1080/09500690116971
- Halkia, K. (2003). Teachers' views and attitudes towards the communication code and the rhetoric used in press science articles. Teoksessa D. Psillos, P. Kariotoglou, V. Tselfes, E. Hatzikraniotis, G. Fassoulopoulos & M. Kallery (Toim.), *Science Education Research in the Knowledge-Based Society* (s. 415–423). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Halkia, K., & Mantzouridis, D. (2005). Students' Views and Attitudes Towards the Communication Code Used in Press Articles About Science. *International Journal of Science Education*, 27(12), 1395–1411. doi:10.1080/09500690500102912
- Heinonen, M. (2014). Ruoka lisäaineet ja terveellisyys. *Duodecim*, 130(7), 683–688. Retrieved from http://www.duodecimlehti.fi/web/guest/uusinumero?p_p_id=Article_WAR_DL6_Articleportlet&p_p_lifecycle=0&_Article_WAR_DL6_Articleportlet_p_frompage=uusinumero&_Article_WAR_DL6_Articleportlet_viewType=viewArticle&_Article_WAR_DL6_Articleportlet_tunnus=duo1
- Hodson, D. (2008). *Towards scientific literacy : a teacher's guide to the history*,

- philosophy and sociology of science*. Rotterdam: Sense Publishers. Retrieved from <http://helka.linneanet.fi/cgi-bin/Pwebrecon.cgi?BBID=2219958>
- Hofstein, A., Eilks, I., & Bybee, R. (2011). Societal issues and their importance for contemporary science education—a pedagogical justification and the state-of-the-art in Israel, Germany, and the USA. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9(6), 1459–1483. doi:10.1007/s10763-010-9273-9
- Jarman, R., & McClune, B. (2001). Use the news: A study of secondary teachers' use of newspapers in the science classroom. *Journal of Biological Education*, 35(2), 69–74. doi:10.1080/00219266.2000.9655745
- Jarman, R., & McClune, B. (2002). A survey of the use of newspapers in science instruction by secondary teachers in Northern Ireland. *International Journal of Science Education*, 24(10), 997–1020. doi:10.1080/09500690210095311
- Jarman, R. & McClune, B. (2004). Learning with newspapers. Teoksessa M. Braund & M. J. Reiss (Toim.), *Learning science outside the classroom*. (s. 185–205). New York: RoutledgeFalmer.
- Jarman, R., & McClune, B. (2007). *Developing Scientific Literacy: Using News Media In The Classroom*. Maidenhead: McGraw-Hill Education.
- Jarman, R., & McClune, B. (2010). Developing students' ability to engage critically with science in the news: identifying elements of the “media awareness” dimension. *The Curriculum Journal*, 21(1), 47–64. doi:10.1080/09585170903558380
- Juuti, K., & Lavonen, J. (2006). Design-based research in science education: One step towards methodology. *NorDiNa*, 4, 54–68.
- Kachan, M. R., Guilbert, S. M., & Bisanz, G. L. (2006). Do teachers ask students to read news in secondary science?: Evidence from the Canadian context. *Science Education*, 90(3), 496–521. doi:10.1002/sce.20113
- Kaptan, B., & Kayısoglu, S. (2015). Consumers Attitudes Towards Food Additives. *American Journal of Food Science and Nutrition Research*, 2(2), 21–25.
- Kiili, C., Laurinen, L., & Marttunen, M. (2008). Students Evaluating Internet Sources: From Versatile Evaluators to Uncritical Readers. *Journal of Educational Computing Research*, 39(1), 75–95. doi:10.2190/EC.39.1.e
- Kolstø, S. D. (2001). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science Education*, 85(3), 291–310. doi:10.1002/sce.1011
- Korpan, C. a, Bisanz, G. L., Bisanz, J., & Henderson, J. M. (1997). Assessing literacy in science: Evaluation of scientific news briefs. *Science Education*, 81(5), 515–532. Retrieved from [http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199709\)81:5<515::AID-SCE2>3.0.CO;2-D/abstract](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/(SICI)1098-237X(199709)81:5<515::AID-SCE2>3.0.CO;2-D/abstract)
- Kupiainen, S., Hautamäki, J., & Karjalainen, T. (2009). *The Finnish education system and PISA*. Helsinki: Ministry of Education. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/926191028?accountid=14533>

- Lavonen, J., Juuti, K., Meisalo, V., Uitto, A., & Byman, R. (2005). Luonnontieteiden opetuksen kiinnostavuus peruskoulussa. Teoksessa *Tutkimustuloksia nuorten näkemyksistä teknologia-alasta ja luonnontieteiden opetuksesta*. (s. 5–30). Helsinki: Teknologiateollisuus ry.
- Lavonen, J., & Meisalo, V. (2006). Kokeellisen opetuksen uudistaminen. Helsinki: Helsingin yliopiston soveltavan kasvatustieteen laitos.
<http://www.edu.helsinki.fi/malu/kirjasto/kokeel/lahestymist/main.htm>, luettu 18.3.2015.
- Livingstone, D. W. (2001). Adults' Informal Learning: Definitions, Findings, Gaps, and Future Research. NALL Working Paper# 21. Retrieved from <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED452390.pdf>
- Marsick, V. J., & Watkins, K. E. (2001). Informal and Incidental Learning. *New Directions for Adult and Continuing Education*, (89), 25–34. doi:10.1002/ace.5
- Marsick, V. J., & Volpe, M. (1999). The nature and need for informal learning. *Advances in Developing Human Resources*, 1(3), 1–9.
- McClune, B., & Jarman, R. (2010). Critical Reading of Science-Based News Reports: Establishing a knowledge, skills and attitudes framework. *International Journal of Science Education*, 32(6), 727–752. doi:10.1080/09500690902777402
- Mercer, N., & Littleton, K. (2007). *Dialogue and the development of children's thinking: A sociocultural approach*. London: Routledge.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook* (2nd ed.). Thousand Oaks: Sage.
- Millar, R. (2006). Twenty First Century Science: Insights from the design and implementation of a scientific literacy approach in school science. *International Journal of Science Education*, 28(13), 1499–1521. doi:10.1080/09500690600718344
- Millar, R. (2008). Developing a science curriculum to foster scientific literacy. *Research Bulletin of the National Institute for Educational Policy Research of Japan*, 137, 103–116.
- Millar, R., & Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: Science education for the future*. London: King's College.
- Murcia, K. (2009). Science in the news : An evaluation of students' scientific literacy. *Teaching Science*, 55(3), 40–45.
- National Research Council. (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press. s.22
- Niemi, H. (2010). Suomalainen opettajankoulutus uusien haasteiden edessä. Teoksessa A. Kallioniemi, A. Toom, M. Ubani & H. Linnasaari (Toim.) *Akateeminen luokanopettajakoulutus: 30 vuotta teoriaa, käytäntöä ja maistereita* (s. 38). Jyväskylä: Suomen kasvatustieteellinen seura.

- Norris, S. P., & Phillips, L. M. (2003). How Literacy in Its Fundamental Sense Is Central to Scientific Literacy. *Science Education*, 87(2), 224–240. doi:10.1002/sce.10066
- Nuffield Foundation. (2015). Scientific literacy.
<http://www.nuffieldfoundation.org/twenty-first-century-science/scientific-literacy>,
 luettu 10.4.2015.
- Nyyssölä, K. (2002). Koulun ulkopuolella opitun tunnustaminen. Moniste 13, Opetushallitus 2002.
- Oliveras, B., Márquez, C., & Sanmartí, N. (2013). The Use of Newspaper Articles as a Tool to Develop Critical Thinking in Science Classes. *International Journal of Science Education*, 35(6), 885–905. doi:10.1080/09500693.2011.586736
- Opetushallitus. (2004). Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2004: Oppivelvollisille tarkoitettun opetussuunnitelman perusteet. Helsinki: Opetushallitus.
- Opetushallitus. (2014). Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014: Oppivelvollisille tarkoitettun opetussuunnitelman perusteet. Helsinki: Opetushallitus.
- Osborne, J. (2007). Science education for the twenty first century. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 3(3), 173–184. doi:10.1080/13586840903194748
- Osborne, J., & Collins, S. (2001). Pupils' views of the role and value of the science curriculum: a focus-group study. *International Journal of Science Education*, 23(5), 441–467. doi:10.1080/09500690119975
- Parkinson, J., & Adendorff, R. (2004). The use of popular science articles in teaching scientific literacy. *English for Specific Purposes*, 23, 379–396. doi:10.1016/j.esp.2003.11.005
- Penttilä, P. (2001). Elintarvikkeiden lisäaineet ja ruoan laatu. *Duodecim*, 117(1), 103–106.
- Pernaa, J. (2013). Kehittämistutkimus tutkimusmenetelmänä. Teoksessa J. Pernaa (Toim.), *Kehittämistutkimus opetuslalla*. (s. 9–26) Jyväskylä: PS-kustannus.
- Phillips, L. M., & Norris, S. P. (1999). Interpreting popular reports of science: what happens when the reader's world meets the world on paper? *International Journal of Science Education*, 21(3), 317–327. doi:10.1080/095006999290723
- Ratcliffe, M., & Millar, R. (2009). Teaching for understanding of Science in context: Evidence from the Pilot trials of the twenty first century Science courses. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 945–959. doi:10.1002/tea.20340
- Roberts, D. A. (2007). Scientific Literacy/Science Literacy. Teoksessa S. K. Abell & N. G. Lederman (Toim.), *Handbook of research on science education*. (s. 729–780). Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.

- Roberts, D. A. & Bybee, R. W. (2014). Scientific Literacy, Science Literacy and Science Education. Teoksessa S. K. Abell & N. G. Lederman (Toim.), *Handbook of research on science education*. Vol 2. (s. 545–558). New York: Routledge.
- Sarkar, M., & Corrigan, D. (2014). Bangladeshi science teachers' perspectives of scientific literacy and teaching practices. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 12, 1117–1141. Retrieved from <http://link.springer.com/article/10.1007/s10763-013-9450-8>
- Stocklmayer, S. & Gilbert, J. K. (2002). Informal Chemical Education. Teoksessa J. K. Gilbert, O. De Jong, R. Justi, D. Treagust & J. H. Van Driel (Toim.), *Chemical Education: Towards Research-based Practice*. (s. 143–164) Kluwer, Dordrecht.
- Summer, S. S. & Eifert, J. D. (2002). Risks and Benefits of Food Additives. Teoksessa L. A. Branen, M. P. Davidson, S. Salminen & J. H. Thorngate III (Toim.), *Food Additives*. (s. 29–45). (2nd ed.) New York: Marcel Dekker Inc.
- The Design-Based Research Collective. (2003). Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5–8.
- The European Parliament and The Council of The European Union. (2008). REGULATION (EC) No 1333/2008 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 16 December 2008 on food additives. *Official Journal of the European Union*.
<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:354:0016:0033:en:PDF>
- Tsai, P. Y., Chen, S., Chang, H. P., & Chang, W. H. (2013). Effects of prompting critical reading of science news on seventh graders' cognitive achievement. *International Journal of Environmental and Science Education*, 8(1), 85–107.
- Tuomi, J., & Sarajärvi, A. (2002). *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*. Helsinki: Tammi.
- Tuomi, J., & Sarajärvi, A. (2009). *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*. Helsinki: Tammi.
- Tuomisto, J. (1994). Elinikäisen oppimisen muodot – teoreettiset lähtökohdat ja käytäntö. Teoksessa A. Kajanto & J. Tuomisto (Toim.) *Elinikäinen oppiminen: Vapaan sivistystyön 35. vuosikirja*. (s. 13–45). Helsinki: BTJ Kirjastopalvelu Oy.
- Uusikylä, K. & Atjonen, P. (2000). *Didaktiikan perusteet*. Helsinki: WSOY.
- Wellington, J., & Osborne, J. (2001). *Language and literacy in science education*. Buckingham, England: Open University Press.

Liitteet

Liite 1: Kyselylomake yläkoulun kemian opettajille

Kyselylomake

Ohje: Valitse kunkin kysymyksen kohdalla sopivin vaihtoehto tai vastaa sanallisesti mahdollisimman todenmukaisesti. Voit tarvittaessa tarkentaa vastauksiasi lomakkeen loppuun.

Jos opetat yläkoulun lisäksi myös muulla asteella/muussa koulussa kemiaa, vastaa kysymyksiin sillä perusteella, miten toimit yläkoulun puolella.

Kysely sisältää kahdeksan kysymystä.

Taustatiedot

1. Kuinka kauan olet opettanut kemiaa? (arvioi suunnilleen vuosina)

Jatka »

Valmiiden kemian opetusmateriaalien ulkopuolisten kirjallisten aineistojen käyttö kemian opetuksessa

2. Kuinka usein käytät OPPILAIDEN KANSSA seuraavia tekstimuotoisia (mahdollisesti kuvitettuja) aineistoja, jotka sisältävät jonkinlaista kemiaan liittyvää sisältöä mutta eivät ole alun perin suunnattu selkeästi kemian opetukseen? Materiaali voi olla SÄHKÖISESSÄ tai PAINETUSSA muodossa.

	en ole käyttänyt	harvoin (0-1 krt/jakso tai kurssi)	satunnaisesti (> 1 krt/jakso tai kurssi)	säännöllisesti (viikoittain)
Sanomalehtiartikkelit	☐	☐	☐	☐
Iltapäivälehtiartikkelit	☐	☐	☐	☐
Aikakauslehtiartikkelit	☐	☐	☐	☐
Yksityishenkilöiden kirjoittamat vapaamuotoiset/epäviralliset tekstit (blogit, yleisönosastokirjoitukset, keskustelupalstat yms.)	☐	☐	☐	☐
Yritysten julkaisut (esim. kemian teollisuus)	☐	☐	☐	☐
Oppikirjojen ulkopuoliset kirjat	☐	☐	☐	☐
Wikipedia-artikkelit	☐	☐	☐	☐
Muu 1, mikä? (kirjoita alle)	☐	☐	☐	☐
Muu 2, mikä? (kirjoita alle)	☐	☐	☐	☐
Muu 3, mikä? (kirjoita alle)	☐	☐	☐	☐

Muu 1, mikä?

Muu 2, mikä?

Muu 3, mikä?

3. Mitä tavoitteita varten käytät tällaisia aineistoja kemian opetuksessasi?

4. Miten käytät kysymyksessä 2 kuvattuja aineistoja kemian opetuksessasi? (käyttötavat)

Ruksita sopivat kohdat ja lisää tarvittaessa alle muita käyttötapoja.

- ☐ projektitöissä
- ☐ aineistona oppilaiden lyhyemmille kirjoitelmille
- ☐ tiedonhakuun
- ☐ johdatuksena johonkin aiheeseen
- ☐ materiaalin pohjalta järjestetty keskustelu
- ☐ materiaalin pohjalta järjestetty väittely
- ☐ näytän esimerkkeinä kemiaan liittyvistä asioista oppitunneilla
- ☐ materiaaleista koottu näyttely/arkisto

Muut käyttötavat:

« Takaisin

Jatka »

7. Millaiset valmiudet koet itselläsi tällä hetkellä olevan oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittämiseen?

- ☐ ei valmiuksia
☐ heikot valmiudet
☐ keskinkertaiset valmiudet
☐ hyvät valmiudet

Perustele

8. Kuinka tärkeänä pidät seuraavaa väitettä?

Kemian opetuksen tulisi kehittää oppilaiden kykyä kriittisesti arvioida lehtiartikkeleita ja muita jokapäiväisessä elämässä vastaantulevia tekstejä, jotka sisältävät kemiaan liittyvää sisältöä.

1 2 3 4 5

ei lainkaan tärkeää ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ erittäin tärkeää

Miksi pidät väitettä tärkeänä / et pidä tärkeänä?

Tarkennuksia / kommentteja

Tähän voit kirjoittaa lisätietoja, jos haluat tarkentaa jotakin vastaustasi tai jättää muita kommentteja.

« Takaisin

Jatka »

Kiitos vaivannäöstäsi! Muista vielä lähettää lomake painamalla sivun alareunassa olevaa Lähetä-painiketta.

Haluatko mahdollisesti olla mukana arvioimassa tämän kyselyn ja tutkimuskirjallisuuden pohjalta kehitettyä oppimateriaalia ensi lukuvuoden puolella? Jätä sähköpostiosoitteesi tähän:

Jos haluat olla mukana kirjepalkintojen (ks. alla) arvonnassa, jätä yhteystietosi tähän. Tietoja ei tulla arvonnassa lisäksi käyttämään muihin tarkoituksiin.

Seuraavat kirjat arvotaan vastanneiden kesken:

Sami ja Kasper Garam: Keittiö mökillä

Kylli Kukk ja Virpi Melleri: Kyllin hyvä, Lempeämmän elämän käsikirja

Tuomas Milonoff ja Riku Rantala: Mad Manners, Seikkailijan etiketti - opas maailman tapoihin

Ella Räty: Suomalainen metsäpuutarha

Timo Partonen: Lisää unta - kiireen lyhyt historia

« Takaisin

Lähetä

Liite 2: Luokittelu opettajien tavoitteista valmiiden kemian opetusmateriaalien ulkopuolisten kirjallisten aineistojen käytölle kemian opetuksessa sekä esimerkkejä vastauksista

Luokka	Frekvenssi	Esimerkkejä vastauksista
Kemian arkielämän yhteyksien havainnollistaminen	22	<i>"Haluan osoittaa, että kemia on läsnä jokapäiväisessä elämässämme." (V27)</i> <i>"Tukemaan oppilaiden käsitystä, miten kemia näkyy arkielämässä." (V2)</i> <i>"Osoittaakseni, että kemiaa on kaikkialla." (V40)</i> <i>"Joskus aineiston tarkoitus on kiinnittää huomiota, miten kemia näkyy meidän jokapäiväisessä elämässä." (V14)</i> <i>"Jotta kemia tulisi lähemmäksi oppilaan omaa elämää." (V12)</i>
Oppilaiden aiheeseen liittyvän tietämyksen laajentaminen	15	<i>"Lisätietona varsinkin oppilaiden kysyessä muuta kuin tunnilla on tullut esille." (V4)</i> <i>"Syventämään, laajentamaan, antamaan yleissivistävää tietoa" (V35)</i> <i>"Aiheeseen liittyen, lisämateriaalia" (V38)</i> <i>"Jotta oppilaat saavat laajemman käsityksen aiheesta" (V23)</i> <i>"lisätiedoksi, syventämään opetusta" (V31)</i>
Oppilaiden kiinnostuksen herättäminen ja motivointi	14	<i>"Lisäämään kiinnostusta opetettavaan aiheeseen" (V29)</i> <i>"mielenkiinnon herättämiseen" (V7)</i> <i>"herättämään kiinnostusta aiheeseen" (V6)</i> <i>"Pyrin motivoimaan oppilaita ajankohtaisilla artikkeleilla esimerkiksi kasvihuoneilmiön voimistumisesta." (V22)</i>
Kemian ajankohtaisuuden ja ajankohtaisten aiheiden	13	<i>"esittelen uusia tutkimustuloksia tai</i>

esilletuominen		<i>kehityskohteita” (V15)</i> <i>”Ajankohtaisempaa tietoa kuin kirjassa” (V5)</i> <i>”Kemian ajankohtaiset tapahtumat ja saavutukset. Kemia on moderni tiede eikä vain koulun oppiaine.” (V40)</i> <i>”Haluan tuoda oppilaille ajankohtaisia asioita ja yritän aktivoida heitä huomaamaan kemiaan liittyviä julkaisuja.” (V14)</i>
Opetuksen elävöittäminen ja vaihtelu	3	<i>”Elävöittämään opetusta” (V31)</i> <i>”Vaihteluksi” (V6)</i>
Oppilaiden tiedonhakutaitojen kehittäminen	2	<i>”Oppilaat oppivat itse hakemaan tietoa. Opettajan ei tarvitse kaikkea kertoa ja taululle kirjoittaa.” (V36)</i> <i>”tarjoamaan oppilaille mahdollisuuden harjoitella tiedonhakutaitojaan” (V24)</i>
Oppilaiden mediakriittisyyden harjoittaminen	2	<i>”mediakriittisyyden harjoittamiseksi” (V6)</i> <i>”blogeja joissa kerrotaan ihan päättömiä juttuja” (V34)</i>
Kemian työllistymismahdollisuuksien esilletuominen	1	<i>”Kemia työllistää” (V1)</i>
Kemian tutkimuksellisen luonteen havainnollistaminen	1	<i>”Kemia on tutkivaa” (V1)</i>
Kemikaalien turvallisen käsittelyn opettaminen	1	<i>”Kemikaalionnettomuudet / aineiden oikea käsittely” (V32)</i>

Liite 3: Opettajien perustelut hyvälle valmiuksilleen kehittää oppilaiden luonnontieteellistä lukutaitoa sekä esimerkkejä vastauksista

Luokka	Frekvenssi	Esimerkkejä
Pitkä kokemus ja kouluttautuminen	2	<i>"Olen tehnyt tätä vuosien kokemuksella ja saavuttanut hyviä tuloksia, mutta aina toki kehitettävää riittää." (V11)</i> <i>"Olen kouluttautunut koko urani aikana..." (V38)</i>
Ajankohtaisten aiheiden seuraaminen	2	<i>"Haen aina uusinta tietoa tutkimuksista ja pyrin kertomaan niistä oppilailleni." (V13)</i> <i>"Olen aktiivinen ja aikaaseuraava opettaja. Luen itse paitsi ammatillista kirjallisuutta, myös toimitettua tiedekirjallisuutta ja -lehtiä sekä näiden ohella myös proosatekstejä, joita voisin kuvitella oppilaiden lukevan (kyselen oppilailta lukuvinkkejä, kun tuntuu, ettei viestintä aina toimi toisin päin). Saan ainakin jonkinlaisen käsityksen oppilaiden maailmasta." (V6)</i>
Kiinnostus aiheeseen	2	<i>"Kiinnostusta kehittää omaa työskentelyä opiskelun ja verkottumisen kautta on. Aihepiiri kiinnostaa." (V40)</i> <i>"Aihe on jossain määrin tuttu, mutten ole nyt ensimmäisenä opetusvuotena oikein ehtinyt sitä miettiä. Tarkoitus on jatkossa käyttää enemmän aikaa aiheeseen." (V24)</i>
Materiaalien runsas käyttö	1	<i>"Käytän materiaaleja paljon" (V26)</i>

Liite 4: Opettajien perustelut keskinkertaisille valmiuksilleen kehittää oppilaiden luonnontieteellistä lukutaitoa sekä esimerkkejä vastauksista

Luokka	Frekvenssi	Esimerkkejä
Pitkä kokemus	4	<i>"pitkäaikainen kokemus" (V17)</i> <i>"Pitkä kokemus, on kertynyt paljon käytännön tietoa. Olen epäilevä luonne..." (V35)</i> <i>"-pitkä kokemus -ymmärrys, millä tasolla oppilaiden käsityskyky on" (V14)</i>
Ajankohtaisten aiheiden seuraaminen	2	<i>"ajankohtaisten asioiden seuraaminen auttavat tässä asiassa" (V23)</i> <i>"Ihan hermolla en sähköisessä mediassa ole, mutta seuraan monipuolisesti ajassa liikkuvia ilmiöitä ja taustaakin on." (V41)</i>
Sopivien lehtiartikkelien hyödyntäminen opetuksessa	2	<i>"Otan aina sopivan lehtiartikkelin kun sellainen löytyy ja käytän sitä." (V3)</i> <i>"Vuosien kokemuksen perusteella osaan jo hieman valkata artikkeleita, etteivät ne vain sekoita oppilaan päätä..." (V28)</i>
Koulutuksen ja ideoiden puute	4	<i>"Ideoita artikkelien hyödyllisempään käyttämiseen tarvitsisi enemmän." (V3)</i> <i>"Olen yrittänyt toteuttaa, mutta en ole saanut mitään koulutusta tai ohjausta asiaan." (V9)</i> <i>"Opetusmenodit ja materiaalit puuttuvat." (V4)</i>
Ajan puute	1	<i>"Aina menee joku juttu ohi, ei ennätä kaikkea eikä ehkä ole tarkoituskaan." (V30)</i>

Liite 5: Tutkimuksessa kehitetty luonnontieteellisen lukutaidon kehittymistä tukeva oppimateriaali elintarvikkeiden lisäaineista löytyy osoitteesta:

<https://peda.net/p/linnavuo/lvel>

(Oppimateriaaliin tutustuessa opettajan aineistoa (Liite 6 tai oppimateriaalin etusivun sivupalkki: avain E210) ja varsinaista oppimateriaalia kannattaa tarkastella rinnakkain, aloittaen opettajan aineistosta.)

Liite 6: Opettajan aineisto tutkimuksessa kehitetyn oppimateriaalin tueksi
(Opettajan aineisto avautuu myös oppimateriaalin etusivun sivupalkista avaimella E210)

LISÄAINEIDEN VIIDAKOSSA – ELINTARVIKKEIDEN LISÄAINEET

Taustaa ja oppimateriaalin tavoitteet

Luonnontieteellinen lukutaito voidaan määritellä seuraavasti:

Luonnontieteellisesti lukutaitoinen henkilö kykenee lukemaan kriittisesti ja ymmärtämään tavalliselle kansalle suunnattuja lehtiartikkeleita ja muita tekstejä, jotka sisältävät kemiaan liittyvää tai luonnontieteellistä sisältöä. Hän esimerkiksi osaa arvioida tekstien sisältämää informaatiota ja niissä esiintyviä väitteitä.

Oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittymistä pidetään yleisesti kemian ja muiden luonnontieteiden opetuksen tärkeänä tavoitteena.

Elintarvikkeiden lisäaineet ovat nykypäivänä paljon esillä. Jotkin mediassa esiintyvät kirjoitukset saattavat kuitenkin antaa lisäaineista hyvin yksipuolisen ja mustavalkoisen kuvan – lisäaineista saatetaan puhua jopa myrkkyinä. Toisaalta joissakin kirjoituksissa lisäaineita puolustetaan voimakkaasti, jolloin esimerkiksi niiden hyväksyttävät päivittäiset enimmäismäärät saattavat jäädä taka-alalle. Monien aihetta koskevien tekstien lukemisen voidaankin sanoa vaativan kriittistä silmää, toisin sanoen luonnontieteellistä lukutaitoa tarvitaan.

Tämän oppimateriaalin tavoitteena on tukea oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittymistä elintarvikkeiden lisäaineiden kontekstissa. Oppimateriaali antaa myös perustietoa lisäaineisiin liittyvästä kemiasta ja esimerkiksi niiden turvallisuuden tutkimisesta, mikä osaltaan mahdollistaa niitä koskevien kirjoitusten kriittisen tarkastelun.

Ohjeita materiaalin käyttöön

Oppimateriaali löytyy osoitteesta:

<https://peda.net/p/linnavuo/lvel>

Materiaali koostuu kuudesta osiosta, jotka löytyvät numeroituna sivun vasemmasta laidasta. Tarkoituksena on, että osiot käydään läpi numerojärjestyksessä, jolloin oppilaan kyky lisäaineita koskevien kirjoitusten kriittiseen tarkasteluun vähitellen kehittyy.

Jos aikaa on käytössä vähemmän, voidaan oppimateriaalissa vaihtoehtoisesti käsitellä esimerkiksi vain internetin keskustelupalstan keskustelunavausta tai Helsingin Sanomien artikkelia (ks. osiot 2, 4 ja 6). Toisaalta, jos esimerkiksi Helsingin Sanomien artikkeli tuntuu opetusryhmän tasoon nähden turhan haasteelliselta, voidaan sen tilalle valita joku toinen lisäaineita käsittelevä artikkeli tai Helsingin Sanomien artikkelia voidaan käsitellä vain osittain.

Alla on kuvattu oppimateriaalin eri osioita tarkemmin.

1. Johdattelu aiheeseen – keskustelu parin kanssa

Johdattelun tarkoituksena on herätellä oppilaiden käsityksiä elintarvikkeiden lisäaineista.

Tässä vaiheessa (kuten seuraavassakaan osiossa) aihetta ei välttämättä kannata käydä vielä laajemmin läpi yhdessä koko luokan kanssa, jolloin oppilaiden kriittisyys, mahdollisesti hyvin erilaajuinenkin tietämys tai uskomukset lisäaineista voivat omaan tahtiin kehittyä.

2. Internetin keskustelut

Tässä osiossa tutustutaan lyhyesti internetin keskustelupalstan keskustelunavaukseen, johon palataan vielä myöhemmin materiaalin osiossa 6. Tekstiksi on valittu keskustelunavaus, jossa lisäaineet tyrmätään täysin ja niistä puhutaan myrkkyyinä. Tekstissä lisäaineet liitetään mm. syöpäsairauksiin, psyykeongelmiin ja aliravitsemukseen ilman minkäänlaisia perusteluja.

Tavoitteena on, että lukemisen ja parikeskustelun myötä teksti tulee oppilaille tutuksi ja he löytävät tekstistä kirjoittajan lisäaineita koskevat väitteet. Jos oppilaalla on aiemmin ollut hyvin kielteinen kanta lisäaineisiin, teksti saattaa mahdollisesti jopa vahvistaa hänen lisäaineita koskevaa mielikuvaansa. Toisaalta joidenkin oppilaiden kriittisyys tekstiä kohtaan saattaa herätä jo tässä vaiheessa.

(Keskustelu löytyy kokonaisuudessaan seuraavasta osoitteesta:

<http://keskustelu.anna.fi/threads/kaikki-ruoat-samaa-e-koodipaskaa.1732763/>)

3. Tutustutaan lisäaineisiin tarkemmin

Tämä osio on laadittu tukemaan internetin keskustelunavauksen ja osion 4 Helsingin Sanomien artikkelin kriittistä lukemista ja arviointia. Osio sisältää myös tehtäviä, joissa mm. selvitetään lisätietoja elintarvikkeiden lisäaineista internetin avulla. Tavoitteena on, että oppilaat ymmärtäisivät, että lisätietojen selvittämisen myötä erilaisten kemialla ja luonnontieteitä koskevien tekstien kriittinen lukeminen saattaa helpottua.

Opetusryhmän tasosta riippuen oppilaat voivat tutustua osion materiaaliin hyvinkin itsenäisesti tai vaihtoehtoisesti enemmän opettajan johdolla. Käytettävissä olevasta ajasta riippuen osioon voidaan syventyä tarkemmin tai käyttää vähemmän aikaa, jolloin oppilaita voidaan ohjeistaa esimerkiksi tekemään vain osa osion tehtävistä. Osioon tutustumista tai sen sisältämiä tehtäviä voidaan antaa myös kotitehtäviksi.

Mallivastaukset tämän osion tehtäviin löytyvät alemmasta.

4. Helsingin Sanomien artikkeli

Tämän osion tarkoituksena on opettaa oppilaita tarkastelemaan myös virallisempina pidettyjen lähteiden (kuten sanomalehtien) kemiaan ja luonnontieteisiin liittyviä tekstejä kriittisesti ja arvioimaan niiden sisältämää informaatiota. Parikeskustelun jälkeen kysymyksiä kannattaa käsitellä myös yhteisesti, jotta oppilaiden oppimista voi arvioida ja tarvittaessa auttaa heitä tarkastelemaan artikkeleita kriittisesti.

Keskustelussa kannattaa tuoda esille esimerkiksi seuraavia näkökulmia:

Todennäköisesti artikkeli on kirjoitettu mm. lievittämään ihmisillä usein esiintyviä turhia pelkoja tai virheellisiäkin uskomuksia lisäaineita kohtaan. Koska esimerkiksi internetissä esiintyy paljon kirjoituksia lisäaineiden väitetyistä haittavaikutuksista, on artikkelissa todennäköisesti haluttu tuoda esille lisäaineiden käytön positiivisia puolia ja esimerkiksi sitä, että monia lisäaineena käytettyjä aineita esiintyy myös luonnossa.

Tuomalla esille vuoden 1990 jälkeen julkaistut vitamiinitutkimukset on todennäköisesti haluttu tuoda esille sitä, että myös lisäaineista saattaa esiintyä tutkimuksia, joiden tuloksia ei voida yleistää koskemaan koko väestöä tai joiden tulosten perusteella lisäaineita koskevia määräyksiä ei koeta tarpeelliseksi muuttaa. Silti tällaisten tutkimusten perusteella joitakin lisäaineita saatetaan esimerkiksi kirjoituksissa ja keskusteluissa arvostella hyvin voimakkaasti.

Artikkelin mahdollisena puutteena voidaan pitää sitä, että se esittää lähes yksinomaan lisäaineiden positiivisia puolia eikä siinä esimerkiksi tuoda lainkaan esille joidenkin lisäaineiden hyväksyttäviä päivittäisiä enimmäismääriä. Esimerkiksi sitä, että nitriittien ja bentsoehapon ADI-arvot saattavat joillakin helposti ylittyä, ei tuoda esille. Toisaalta esimerkiksi viittauksia natriumglutamaattia ja aspartaamia koskeviin tutkimuksiin ei ole.

Oppilaiden kanssa voi keskustella siitä, että erilaisista rajoituksista johtuen monet kemiaa ja luonnontieteitä koskevat artikkelit tarjoavat vain pintaraapisun aiheisiin, minkä vuoksi tärkeitäkin asioita (esim. selostuksia aiheen aiemmista tutkimuksista, muiden tutkijoiden näkemyksiä, kuvauksia koejärjestelyistä tai varauksellisia ilmaisuja) saattaa jäädä pois. Toimittajat esimerkiksi työskentelevät tiukkojen aikataulujen ja rajoitettujen palstatilojen alaisina ja tekstien tulisi houkuttaa lukijoita. Toisaalta kannattaa tiedostaa, että usein kirjoittajilla ei välttämättä ole erityistä kemian alan tai kyseisen aiheen asiantuntemusta.

(Osiossa käsitelty artikkeli löytyy myös internetistä osoitteesta:

<http://www.hs.fi/tiede/a1414898967839>)

5. Näkemyksesi nyt?

Tämän osion tarkoituksena on, että oppilaat arvioivat omaa oppimistaan ja pohtivat näkemystään lisäaineista. Itsearviointin myötä jotkut oppilaat saattavat huomata, että heidän mielikuvansa tai mielipiteensä lisäaineista on saattanut muuttua paljonkin.

6. Paluu internetin keskusteluun

Tämän osion tarkoituksena on, että oppilaat arvioivat materiaalin alussa tutuksi tullutta keskustelunavausta uudestaan kriittisessä valossa, kun tietoa aiheesta on enemmän. Nyt kirjoitusta voidaan käsitellä myös yhteisesti koko ryhmän kesken.

Tekstiä arvioidessa kannattaa esimerkiksi huomioda, että kirjoittaja ei mitenkään perustele, miksi väittää lisäaineita myrkyiksi. Lisäaineiden yhdistämiselle mm. syöpäsairauksiin, psyykeongelmiin ja aliravitsemukseen ei myöskään ole annettu mitään perusteita tai esimerkiksi viittauksia tutkimuksiin, missä näin olisi osoitettu, ei esitetä.

Todennäköisesti kirjoittajan tietopohja elintarvikkeiden lisäaineista on heikko. Tämän vuoksi hän pelkää niitä ja haluaa kirjoittaa niistä pelkästään negatiiviseen sävyyn. Mahdollisesti kirjoittajan voimakkaan kielteinen kanta perustuu juuri tietämättömyyteen ja siihen, että esimerkiksi internetissä ja ihmisten keskusteluissa lisäaineista saattaa tulla vastaan mitä erilaisimpia väitteitä.

Vastauksen kirjoittamista keskustelun aloittajalle voidaan halutessa käyttää oppimateriaalin sulkevana tehtävänä, jonka avulla oppilaiden lisäainetietämystä ja luonnontieteellisen lukutaidon kehittymistä voidaan samalla arvioida.

Mallivastauksia osion 3 tehtäviin:

1. Pääsääntöisesti elintarvikkeiden lisäaineiden avulla pyritään lisäämään elintarvikkeen turvallisuutta estämällä mikrobien kasvua, parantamaan elintarvikkeen rakennetta esimerkiksi sakeuttamalla, tekemään elintarvike houkuttelevamman näköiseksi tai palauttamaan sille ominainen väri elintarvikeväreillä, parantamaan makua esimerkiksi makeutusaineilla tai varmistamaan elintarvikkeen maun, rakenteen ja ravitsemuksellisen laadun säilyminen koko myyntiajan.
2. Säilöntäaine (sorbiinihappo) tai säilöntäaine (E200)
3. a) Lisäaineena on käytetty askorbiinihappoa eli C-vitamiinia. Tuotteessa sitä on käytetty hapettumisenestoaineena. Luontaisesti askorbiinihappoa esiintyy mm. tuoreissa hedelmissä ja vihanneksissa.

- b) Lisäaineina on käytetty karotenoideja ja punajuuriväriä. Tuotteessa niitä on käytetty väriaineina. Luontaisesti karotenoideja esiintyy esimerkiksi porkkanoissa, vihreissä lehtivihanneksissa, tomaateissa, aprikooseissa ja ruusunmarjoissa ja punajuuriväriä punajuurissa.
- c) Lisäaineena on käytetty sitruunahappoa. Tuotteessa sitä on käytetty happamuudensäätöaineena. Luontaisesti sitruunahappoa esiintyy erityisesti sitrushedelmissä.
4. Mikäli eläinkokeissa havaitaan, että lisäaineen suurilla käyttömäärillä voi olla terveydellistä haittaa, lasketaan annos niin pieneksi, että haittavaikutuksia ei enää todeta. ADI-arvon on oltava pienempi kuin sadasosa annoksesta, jolla ei enää havaita haittavaikutuksia eläinkokeissa.
5. 50 kg painoinen ihminen saisi käyttää aspartaamia korkeintaan $50 \cdot 40 \text{ mg} = 2000 \text{ mg}$ vuorokaudessa. Jos virvoitusjuomassa on aspartaamia 600 mg litrassa, saisi 50 kg ihminen nauttia juomaa $3,33 \text{ l}$ vuorokaudessa ennen ADI-arvon ylittymistä.
- $$\left(\frac{2000 \text{ mg}}{600 \text{ mg/l}} \approx 3,33 \text{ l} \right)$$
6. a) Pidemmälle jalostetuissa tuotteissa on yleensä enemmän lisäaineita, kuten makeisissa, pakatuissa leivoksissa, jälkiruokavanukkaissa, keittoaineiksissa, lihavalmisteluissa, (kevyt)virvoitusjuomissa.
- b) Peruselintarvikkeissa, kuten tuoreissa lihassa ja kalassa, kananmunissa, maidossa, tuoreissa vihanneksissa, marjoissa ja hedelmissä lisäaineita ei ole.
- c) Runsaasti lisäaineita sisältävät tuotteet ovat yleensä ns. herkkuja tai esimerkiksi kovia rasvoja tai suolaa runsaasti sisältäviä tuotteita.

Mallivastauksissa käytettyjä lähteitä:

Evira (2009). *Lisäaineopas*. Eviran julkaisuja. 4/2009. Elintarviketurvallisuusvirasto Evira. Helsinki: Multiprint Oy.

Evira (2015a). Elintarvikeparanteiden valvontaohje -lisäaineet, aromit ja entsyymit. Eviran ohje 17054/4.

http://www.evira.fi/files/attachments/fi/evira/lomakkeet_ja_ohjeet/elintarvikkeet/elintarvikeparanteet/eviran_ohje_17054_4.pdf, luettu 3.12.2015.

Evira (2015b). Elintarvikkeiden lisäaineet.

<http://www.evira.fi/portal/fi/elintarvikkeet/tietoa+elintarvikkeista/koostumus/elintarvikeparanteet/lisaaineet/>, luettu 4.12.2015.

Evira (2015c). Elintarvikkeiden lisäaineet.

<http://www.evira.fi/portal/fi/elintarvikkeet/tietoa+elintarvikkeista/koostumus/elintarvikeparanteet/lisaaineet/e-koodit/>, luettu 7.12.2015.

Heinonen, M. (2014). Ruoan lisäaineet ja terveellisyys. *Duodecim*, 130(7), 683–688.

Kyselylomake: oppimateriaalin arviointi

Ohje: Tutustu osoitteesta <https://peda.net/p/linnavuo/lvel>

löytyvään oppimateriaaliin sekä opettajan aineistoon (väliaikaisesti materiaalin etusivulla). Avain materiaaliin on E210.

Opettajan aineistoon ja itse oppimateriaaliin kannattaa tutustua rinnakkain, aloittaen opettajan aineistosta.

Vastaa tämän jälkeen kyselyyn. Kysely sisältää 5 kysymystä.

Valitse kunkin kysymyksen kohdalla sopivin vaihtoehto tai vastaa sanallisesti. Voit tarvittaessa tarkentaa vastauksiasi lomakkeen loppuun.

1. Arvioi väitettä: Oppimateriaali tukee mielestäni oppilaiden luonnontieteellisen lukutaidon kehittymistä.

(Luonnontieteellisesti lukutaitoinen henkilö kykenee lukemaan kriittisesti ja ymmärtämään tavalliselle kansalle suunnattuja lehtiartikkeleita ja muita tekstejä, jotka sisältävät kemiaan liittyvää tai luonnontieteellistä sisältöä. Hän esimerkiksi osaa arvioida tekstien sisältämää informaatiota ja niissä esiintyviä väitteitä.)

1 2 3 4 5

täysin eri mieltä ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ täysin samaa mieltä

2. Voisin käyttää materiaalia kemian opetuksessani.

- ☐ kyllä
☐ ei
☐ en osaa sanoa

Perustelu

3. Materiaali soveltuu mielestäni parhaiten (voit valita useampia)

- ☐ 7. luokan kemian opetukseen
- ☐ 8. luokan kemian opetukseen
- ☐ 9. luokan kemian opetukseen
- ☐ Materiaali ei sovi mielestäni yläkoulun kemian opetuksen tueksi

4. Miten mahdollisesti kehittäisit oppimateriaalia?

5. Tukeeko opettajan aineisto mielestäsi riittävästi oppimateriaalin käyttöä?

- ☐ kyllä
- ☐ ei

Jos ei, miten kehittäisit opettajan aineistoa?

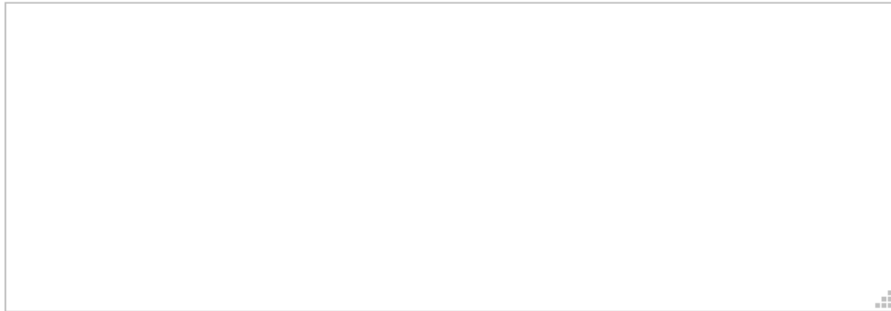
Tarkennuksia / kommentteja

Tähän voit kirjoittaa lisätietoja, jos haluat tarkentaa jotakin vastaustasi tai jättää muita kommentteja.

Jatka »

Kiitos vaivannäöstäsi! Muista vielä lähettää lomake painamalla sivun alareunassa olevaa Lähetä-painiketta.

Jos haluat olla mukana kirjapalkintojen (arvotaan kolme kirjaa) arvonnassa, jätä yhteystietosi tähän. Tietoja ei tulla arvonnasta lisäksi käyttämään muihin tarkoituksiin.



« Takaisin

Lähetä