

MAOL-taulukot lukion kemian opetuksessa

Heli Kannisto
Pro gradu -tutkielma
Kemian laitos
Aineenopettajan koulutusohjelma
Helsingin yliopisto
5/2014

HELSINGIN YLIOPISTO — HELSINGFORS UNIVERSITET — UNIVERSITY OF HELSINKI

Tiedekunta/Osasto — Fakultet/Sektion — Faculty Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta		Laitos — Institution — Department Kemian laitos	
Tekijä — Författare — Author Heli Kannisto			
Työn nimi — Arbetets titel — Title MAOL-taulukot lukion kemian opetuksessa			
Oppiaine — Läroämne — Subject Kemian koulutus/aineenopettaja			
Työn laji — Arbetets art — Level Pro-gradu		Aika — Datum — Month and year 5/2014	Sivumäärä — Sidoantal — Number of pages 61 + 14
Tiivistelmä — Referat — Abstract <p>MAOL-taulukot -kirja on ollut lukiolaisten tukena opinnoissa jo vuodesta 1978 lähtien. Tämän jälkeen kirjaa on uudistettu kolmesti vuosina 1991, 1999 ja 2005. MAOL-taulukot -kirjaa saa käyttää ylioppilastutkintolautakunnan päätöksellä kemian, matematiikan, fysiikan ja maantiedon ylioppilastutkinnossa. MAOL-taulukot -kirja koostuu kolmesta osiosta, jotka ovat matematiikka, fysiikka ja kemia.</p> <p>Tutkimus tarkastelee MAOL-taulukot -kirjan käytettävyyttä ja opetusta lukion kemian opetuksessa. Aineistona on ollut sekä MAOL-taulukot -kirja että opettajilta lomakekyselyllä hankittu aineisto. MAOL-taulukot -kirjan aineisto on analysoitu laadullisen sisällönanalyysin avulla. Analyysissa selvitettiin MAOL-taulukot -kirjan kemian osuuden taulukoiden suhdetta lukion kemian opetussuunnitelman keskeisiin sisältöihin. Sisällönanalyysiä hyödynnettiin myös lomakeaineiston avointen kysymysten luokittelussa ja analysoinnissa. Lomaketutkimus tehtiin verkkokyselynä ja siihen vastasi 107 opettajaa.</p> <p>Tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että MAOL-taulukot -kirjan kemian osuuden taulukot tukevat kattavasti lukion kemian opetussuunnitelmassa määriteltyjä keskeisiä sisältöjä. Opettajat näkevät taulukkokirjan monipuolisena materiaalina. Toisaalta sitä pidetään lähdemateriaalina, toisaalta oppikirjana. Tämä jako on merkityksellinen pohdittaessa taulukkokirjan kehittämistä tulevaisuudessa. Opettajien käsitykset taulukkokirjan hyvistä puolista ja kehittämiskohteista olivat ristiriitaisia.</p> <p>Kirjan käytön opetus ei tämän tutkimuksen pohjalta näytä olevan yhtenevää ja monipuolista. Opettajat eivät sanoita omaa hiljaista tietoaan taulukkokirjan käytössä, vaan olettavat oppilailla olevan samat tiedot. Opettajien tausta ei kuitenkaan vaikuta tapaan, jolla he suhtautuvat taulukkokirjaan opetusmateriaalina.</p> <p>MAOL-taulukot -kirjan käyttöä opetuksessa tulisi tutkia lisää sekä opettajien että oppilaiden näkökulmasta. Huolestuttavana tuloksena voidaan pitää, että taulukkokirjan käytön opettaminen ei vaikuta olevan yhtenevää ja monipuolista, koska taulukkokirjaa saa käyttää ylioppilastutkinnossa ja ylioppilastutkinnon merkitystä jatko-opiskelupaikkoja haettaessa pyritään kasvattamaan. Tämä vaarantaa opiskelijoiden tasavertaiset mahdollisuudet.</p>			
Avainsanat — Nyckelord — Keywords Kemian opetus, MAOL-taulukot, LOPS, hiljainen tieto			
Säilytyspaikka — Förvaringsställe — Where deposited Kumpulan tiedekirjasto, Kemian laitos			
Muita tietoja — Övriga uppgifter — Further information Ohjaajat: Maija Aksela, Veli-Matti Vesterinen			

Sisältö

1. Johdanto	3
2. Opetussuunnitelma ja sen toteutuminen	5
2.1. Opetussuunnitelma (OPS)	5
2.2. Opetussuunnitelman toteutuminen	6
2.2.1. Oppimateriaalit	7
2.2.2. Valtakunnalliset kokeet	7
2.2.3. Opettajien taustat	9
3. Opetussuunnitelman oppimiskäsitys	10
3.1. Konstruktivistinen oppimiskäsitys	10
3.2. Metakognitiivisten taitojen kehittäminen	11
3.2.1. Lähikehityksen vyöhyke	12
3.2.2. Hajautettu kognitio	12
4. Kemian opettaminen ja oppiminen	14
4.1. Kemian kieli	15
4.2. Kemian opetuksen työtapoja	17
4.3. Bloomin taksonomia	18
5. Tutkimuskysymykset	20
6. Tutkimuksen kulku	21
6.1. Laadullinen tutkimus	21
6.2. Lomaketutkimus	21
6.3. Sisällönanalyysi	23
6.4. Aineiston hankinta	23
6.4.1. MAOL-taulukot -kirja	23
6.4.2. Kysely lukion kemian opettajille	24
6.5. Aineiston analyysi	28
6.5.1. Taulukkokirjan sisällönanalyysi	28
6.5.2. Avointen kysymysten sisällönanalyysi	31
6.5.2.1. Avoin kysymys ”Jotenkin muuten, miten”	31
6.5.2.2. Avoin kysymys ”Hyvät asiat”	33
6.5.2.3. Avoin kysymys ”Kehittämiskohteita”	34
6.5.2.4. Avoin kysymys ”YO-tehtävä”	35

7. Tulokset	37
7.1. MAOL-taulukot kirjan keskeisten sisältöjen suhde lukion opetussuunnitelmaan	37
7.2. MAOL-taulukot kirjan kehittyminen oppimateriaalina	39
7.3. Opettajien näkemysten ja kirjan sisällönanalyysin vertailu	41
7.4. Syitä taulukkokirjan käytön opettamiseen	43
7.5. Taulukkokirjan käytön opettaminen	47
8. Johtopäätökset.....	49
8.1. Tutkimuksen luotettavuus	49
8.2. Johtopäätökset ja pohdinta	50
8.2.1. LOPS:n ja MAOL-taulukot -kirjan kemian osuuden suhde	50
8.2.2. MAOL-taulukot kirjan kehittyminen oppimateriaalina.....	51
8.2.3. Opettajien näkemysten ja kirjan sisällönanalyysin vertailu	51
8.2.4. Syitä taulukkokirjan käytön opettamiseen.....	52
8.2.5. Taulukkokirjan käytön opettaminen	53
Lähteet	55
Liitteet.....	60
Liite A: MAOL-taulukot (KE1)	60
Liite B: MAOL-taulukot (KE2)	61
Liite C: MAOL-taulukot (KE3)	63
Liite D: MAOL-taulukot (KE4)	65
Liite E: MAOL-taulukot (KE5)	67
Liite F: Tutkimuslomake.....	68

1. Johdanto

Lukion kemian opetussuunnitelma määrittelee opetuksen keskeiset tavoitteet ja sisällöt. Opetuksen tavoitteiden ja sisältöjen toteutumiseen vaikuttaa kuitenkin laaja kirjo erilaisia tekijöitä, jotka opettaja- ja koulukohtaisesti poikkeavat toisistaan. Esimerkiksi koulukohtaisissa resursseissa saattaa olla suuria eroja, opetuksen tukena käytettävien oppikirjojen painotukset poikkeavat toisistaan ja ylioppilaskokeen voidaan nähdä vaikuttavan opettajien valitsemiin painotuksiin opetuksessaan. (Anderson, 2002.) Ylioppilastutkintolautakunta hyväksynyt tiettyjen taulukkokirjojen käytön ylioppilaskokeessa ja yleisesti käytössä on MAOL-aulukot -kirja. Voisi nähdä, että MAOL-aulukot -kirja on kemian opetusta yhdistävä tekijä, vaikka sen käyttöä ei ole erikseen opetussuunnitelmassa määritelty.

Ensimmäinen painos MAOL -aulukot kirjasta ilmestyi syksyllä 1978. Ajatus lukion matemaattisten aineiden opiskelua tukevasta käsikirjasta oli syntynyt 1970-luvulla MAOL:n hallituksessa, koska tuon ajan oppimishenkeen kuului muistinvaraisen tiedon vähentäminen ja asioiden ymmärtämisen korostaminen. (Seppänen, Kervinen, & Karkela, 2008.) MAOL-aulukot kirja on uudistettu perusteellisesti neljä kertaa, vuosina 1978, 1991, 1999 ja 2005. Uudistuksissa on huomioitu opettajien korjaus- ja muutosehdotuksia, opetussuunnitelman muutokset ja ylioppilastutkintolautakunnan rajaukset. Taulukkokirja on paisunut 90-sivuisesta 168-sivuiseksi ja alusta lähtien kirja on muodostunut kolmesta osiosta, jotka ovat matematiikka, fysiikka ja kemia. MAOL-aulukot -kirjan kustantajana on alusta lähtien toiminut Otava ja tekijänoikeudet kuuluvat sekä MAOL:lle että Otavalle. (Kervinen et al., 1992; Seppänen, 1979; Seppänen, 1999; Seppänen, Kervinen, Parkkila, Karkela, & Meriläinen, 2005; Seppänen et al., 2008.)

Taulukkokirjojen käyttö on rajattu myös ylioppilastutkinnossa. Taulukkokirjaa saa ylioppilaslautakunnan päätöksellä käyttää matematiikan, fysiikan, kemian ja maantiedon kokeissa. MAOL-aulukot -kirjan lisäksi ylioppilastutkinnossa saa käyttää kirjaa Ranta-Tiilikainen: Lukion taulukot. Myös muiden taulukkokirjojen käyttö ylioppilastutkinnossa on mahdollista lautakunnan erillisellä luvalla. Taulukkokirjoissa saa kuitenkin olla vain omistajaa koskevia lisämerkintöjä. Todetut painovirheet saa kuitenkin korjata. (Ylioppilastutkintolautakunta.)

Taulukkokirjan käyttöön ja sen opettamiseen tuntuu liittyvän paljon erilaisia näkemyksiä ja käsityksiä, mutta sen käyttöä ja opetusta ei ole tutkittu. Tässä tutkimuksessa pyritään avaamaan sekä opettajien näkemyksiä taulukkokirjan käytöstä oppimateriaalina että lukion opetussuunnitelman suhdetta taulukkokirjaan. Tutkimuksen yhtenä tavoitteena on luoda taustatietoa, jonka pohjalta olisi mahdollisesti helpompi lähteä kehittämään jatkotutkimuksia.

Tutkimus on toteutettu käyttäen kahta eri menetelmää ja aineistoa. MAOL-tilukot -kirjan kemian osuuden taulukoille tehtiin sisällönanalyysi, jonka avulla pyrittiin saamaan kuva taulukkokirjan käytettävyydestä. Runkona sisällönanalyysissä käytettiin lukion kemian opetussuunnitelman keskeisiä sisältöjä, joita vertailtiin MAOL-tilukot -kirjan kemian osuuden sisältämiin taulukoihin. Lukion kemian opettajien näkemyksiä taulukkokirjasta osana kemian opetusta pyrittiin kartoittamaan lomaketutkimuksen avulla. Lomaketutkimuksen aineisto kerättiin verkkokyselynä. Lomaketutkimuksessa olleille avoimille vastauksille tehtiin sisällönanalyysi. Lomaketutkimuksen pyrkimyksenä on nähdä taulukkokirjan opetukseen liittyviä pääpiirteitä.

2. Opetussuunnitelma ja sen toteutuminen

2.1. Opetussuunnitelma (OPS)

Lukion opetussuunnitelmassa ei suoraan oteta kantaa taulukkokirjojen käyttöön osana kemian opetusta. Tämän takia taulukkokirjan käyttö osana kemian opetuksen sisältöjä jää opettajan itsensä päätettäväksi. Taulukkokirjan sisältö on kuitenkin rakennettu lukion oppimäärää tukeväksi kokonaisuudeksi. Lukion opetussuunnitelman alussa on määritelty yhteisesti kaikille aineenopettajille opetuksen tehtävä, oppimisen yleiset tavoitteet, opetuksen keskeiset sisällöt sekä oppimiskäsitys, johon opetuksen tulisi nojata (LOPS, 2003.)

Lukion opetussuunnitelmassa todetaan, että lukio jatkaa perusopetuksen opetus- ja kasvatustehtävää (LOPS, 2003, s. 12). Perusopetus nähdään osana koulutuksen perusturvaa. Perusopetuksen tehtäviksi tuodaan sekä yhteiskunnallisia että yksilöllisiä tavoitteita. Perusopetuksen yhteiskunnallisiksi tehtäviksi nähdään sivistyksellisen pääoman kehittäminen, yhteisöllisyyden lisääminen ja tasa-arvon kehittäminen. Yksilölle perusopetuksen on annettava mahdollisuus monipuoliseen kasvuun, oppimiseen, terveen itsetunnon kehittämiseen, valmiudet jatko-opintoihin sekä mahdollisuus olla osa demokraattista yhteiskuntaa osallistuvana kansalaisena. Yksilön kannalta tavoitteeksi nostetaan myös herättää halu elinikäiseen oppimiseen. (POPS, 2004, s. 14) Taulukkokirjan avulla oppilaille mahdollistuu oppiminen tulevaisuuden kannalta tärkeiden tiedonhakuun, tietojen tulkintaan sekä tiedon esittämismuotojen rationaalisuuteen liittyviä taitoja, jotka ovat keskeisessä roolissa jatko-opinnoissa ja elinikäisen oppimisen kannalta.

Opetussuunnitelma on laadittu sellaisen oppimiskäsityksen mukaan, joka näkee oppimisen olevan seurausta opiskelijan aktiivisesta ja tavoitteellisesta toiminnasta. Oppimiskäsitys korostaa opiskelijoiden yksilöllisyyttä ja erilaisuutta ja tämän huomioimista sekä opetuksen että oppimismuotojen monipuolisuudessa. Tärkeäksi nähdään myös, että opetustilanteet on suunniteltu siten, että opiskelija kykenee soveltamaan oppimaansa myös opiskelutilanteen ulkopuolella. Oppimiskäsitys korostaa, että opiskelijalle tulee antaa välineitä tiedon hankkimiseen ja tuottamiseen sekä tiedon arviointiin. Tämän toteutumiseksi nähdään tärkeänä, että opiskelija ohjataan soveltamaan kullekin tiedon- ja taidonalalle luonteenomaisia tiedon- ja taidon hankkimis- ja tuottamistapoja. (LOPS, 2003, s. 14) Myös taulukkokirjan käytön opettamisessa tulisi huomioida opetussuunnitelman

oppimiskäsitys. Taulukkokirjan käytön tulisi olla monipuolista ja huomioida oppilaiden erilaiset yksilölliset vahvuudet ja heikkoudet. Sen avulla on mahdollista tuoda esille myös kemian keskeisiä tiedon hankkimis- ja tuottamistapoja.

Lukion kemian opetussuunnitelma tarkentaa vielä erikseen yleisissä opetussuunnitelman perusteissa nostettuja arvoja, tavoitteita ja opetussuunnitelman oppimisenäkemyksiä kemian näkökulmasta. Lukion kemian opetussuunnitelma korostaa luonnontieteellisen ajattelun kehittämistä ja kemian keskeisen roolin ymmärtämistä ympäristössämme. Kemian merkitys nähdään yleissivistykseen kuuluvana ja pyritään asettamaan oppimisen tavoitteet siten, että ne tukevat myös niitä opiskelijoita, joiden tulevaisuuden suunnitelmat eivät tähtää kemian alalle. Arvioinnin kohteeksi määritellään kemiallisen tiedon ymmärtämisen ja soveltamisen taito. Kemian arvioinnissa nostetaan vielä erikseen esille kokeellisen tiedonhankinnan ja käsittelytaitojen kehittyminen. (LOPS, 2003, s. 152–153.)

Lukion kemian opinnot voivat koostua pakollisista, syventävistä ja soveltavista kursseista. Kemian syventävät neljä kurssia ovat kemian pakolliseen kurssiin välittömästi liittyviä jatkokursseja ja niitä on tarjottava opiskelijalle valittavaksi. (A 995/2002 7§, 8§.) Sekä pakollisen että syventävien kurssien keskeiset sisällöt ja tavoitteet on määritelty lukion opetussuunnitelmassa. Mahdollisesti valittavat soveltavat kurssit ovat eheyttäviä ja niiden keskeisiä sisältöjä ja tavoitteita ei ole erikseen opetussuunnitelmassa määritelty. (LOPS, 2003, s. 153–157.)

2.2. Opetussuunnitelman toteutuminen

Opetussuunnitelman toteutumiseen voidaan katsoa vaikuttavan karkeasti luokiteltuna kolme eri aluetta: oppimateriaali, valtakunnalliset kokeet ja opettajat. Oppilaiden tiedot ja taidot eivät välttämättä vastaa opetussuunnitelmassa asetettuja tavoitteita ja keskeisiä sisältöjä. Opetus keskittyy usein sisältöihin, joita voidaan mitata yhteisillä kokeilla. Tällöin on vaikeaa tavoittaa esimerkiksi opetussuunnitelmassa mainittuja kokeelliseen työskentelyyn liittyviä tavoitteita, jotka tukevat korkeamman ajattelutaidon muotoja, joita ovat analysointi, arviointi ja luominen. Edellä esitetyt taidot ovat kuitenkin niitä taitoja, joita opiskelija kykenee hyödyntämään ja joita hän tarvitsee läpi elämänsä.

Voidaan myös nähdä, että kirjoitettu opetussuunnitelma vain ohjaa todellisia oppimisen tavoitteita ja saavutetut tulokset kuvaavat opetussuunnitelman toteuttajan näkemystä siitä. Gilbert (2006) toteaa artikkelissaan, ettei ole realistista ajatella, että ideaali

opetussuunnitelma olisi yhtenevä saavutetun opetussuunnitelman kanssa. Artikkelissaan hän jakaa opetussuunnitelman seuraaviin tasoihin Goodladin (1979) ja Van den Akkerin (1998) mukaan: i) ideaali, ii) formaali, iii) hahmotettu, iv) operationaalinen, v) koettu ja vi) saavutettu opetussuunnitelma.

2.2.1. Oppimateriaalit

Heinonen (2005) totesi, että opettajien tarpeet ovat tärkein syy oppikirjojen käyttöön. Kyseisessä väitöstutkimuksessaan hän tutki oppimateriaalien ja opetussuunnitelman suhdetta. Opettajan työtä helpottavien oppimateriaalien nähdään lisäävän opettajajohtoista opettamista. Kuitenkin oppilaskeskeisyyttä tukeva materiaali ohjaa opettajia muokkaamaan opetusta oppilaslähtöiseksi. Oppimateriaalien nähtiin erityisesti ohjaavan matemaattisten aineiden ja kielten opettajien opetusta. Oppikirjojen katsotaan vastaavan hyvin opetussuunnitelman perusteita ja ylioppilastehtävien vaatimuksia luonnontieteissä ja matematiikassa. (Turunen et al., 2011, s. 90.)

On kuitenkin huomioitava, etteivät opettajat luokittele taulukkokirjaa välttämättä oppikirjaksi. Taulukkokirjoissa tieto on esitetty kemian alalle luonteenomaisessa muodossa, joka poikkeaa huomattavasti normaalista oppimateriaalitekstistä (Seppänen et al., 2005). Lukion opetussuunnitelmassa kuitenkin korostetaan opiskelijan ohjaamista ymmärtämään opetettavalle tieteenalalle tunnusomaisia esitysmuotoja (LOPS, 2003, s. 14). Luetun ymmärtämisen kyky on ainekohtainen. Hyvä äidinkielen osaaminen ei suoraan siirry hyvään toisen aineen lukutaitoon eikä päinvastoin. Tämän takia olisikin tärkeää kehittää oppilaiden lukutaitoa ainekohtaisesti. (Koch, 2001.)

2.2.2. Valtakunnalliset kokeet

Kansallisten kokeiden avulla voidaan kehittää ja tarkastella oppimistuloksia laajemmassa mittakaavassa. Kansallisten kokeiden kautta voidaan yhtenäistää oppimisen tavoitteita ja havaita opetuksen puutteita. (Holme, 2003; Murphy, Holme, Zenisky, Caruthers, & Knaus, 2012.) Tämän kaltaisten kokeiden avulla voidaan testata vain osaa opiskelijoiden oppimista sisällöistä. Loppukokeet on kuitenkin rakennettu siten, niissä pyritään huomioimaan yleisesti tärkeäksi koetut sisällöt. Kansalliset kokeet, jotka määrittävät opiskelijoiden osaamisen tasoa, lisäävät opiskelijoiden tuntemaa ahdistusta. Tämän merkitystä on vaikea arvioida yksittäisen oppilaan koetuloksissa. (Holme, 2003.)

Opetussuunnitelmien sisältöjen ja tavoitteiden vastaavuus suhteessa päättökokeisiin ei kuitenkaan toteudu yleisesti (Liu et al., 2009).

Ylioppilaskoetta käytetään Suomessa opetussuunnitelman toteutumisen arviointiin. Lukiokoulutuksen opetussuunnitelman perusteiden ja toimivuuden arviointitutkimuksessa 2011 todetaan, että ylioppilastutkinto ja opetussuunnitelman perusteet vastaavat hyvin toisiaan sekä tavoitteellisesti että sisällöllisesti (Turunen et al., 2011, s. 91–94). Luonnontieteissä ja matematiikassa ylioppilaskokeen nähdään mittaavan opiskelijan ajattelutaitoja hyvin tai erittäin hyvin. Opiskelijoiden myös katsotaan hyötyvän hyvää yleistä ajattelutaitoa vaativista koevastauksista paljon. Ylioppilaskokeen tehtävien katsotaan vastaavan hyvin myös pakollisten ja syventävienkurssien sisältöjä. (Turunen et al., 2011, s. 91–94.)

Aksela ja Juvonen (1999, s. 38–41) totesivat tutkimuksessaan, että valtakunnalliset kokeet ohjaavat kemian opetusta. Valtakunnalliset kokeet nähtiin sekä esteenä opetuksen kehittämiseksi että kannustavana elementtinä. Valtakunnallisen kokeen nähtiin helpottavan oman opetuksen tason arviointia ja kokeen mennessä hyvin ne kannustivat ja motivoivat opettajaa. Kokeiden nähtiin myös yksipuolistavan opetusta ja olevan esteenä ainerajat ylittävälle yhteistyölle.

2.2.3. Opettajien taustat

Opetussuunnitelman toteutumiseen esteenä tai toteuttamisena voi toimia opettajien omat uskomukset ja koulukohtainen tuki. Opettajilla on uskomuksia siitä, millainen opetus tuottaa tuloksia ja mitä opetussuunnitelman tavoitteet tarkoittavat. Nämä eivät välttämättä ole yhteydessä todelliseen opetussuunnitelmaan. Näiden merkitys kasvaa, kun opetussuunnitelmaa uudistetaan. (Roehrig, Kruse, & Kern, 2007.)

Tunnevaltaiset tekijät (affektiiviset tekijät) vaikuttavat opettajan tekemiin opetusratkaisuihin. Opettajan maailmankatsomus ja oma persoonallisuus muodostaa tavan opettaa. Opettajan tulisi opettaa omalla miellyttävyyalueella, jotta opetus olisi mahdollisimman tehokasta. Parhaat tulokset saadaan, kun opettaja tunnistaa omat vahvuutensa. Voidaan nähdä, että on monta tapaa olla hyvä opettaja. (Dumbrajs & Keinonen, 2009.) Tämä ei kuitenkaan tulisi olla ristiriidassa opetussuunnitelman toteutumisen suhteen vaan tukemassa opettajaa hänen toteuttaessaan sitä. Opetussuunnitelman voidaan nähdä olevan keskeisessä roolissa opetusta toteuttaessa. (Tippins & Tobin, 1993.)

Tutkimuksissa on myös havaittu, että opettajan aineenhallinta vaikuttaa opetukseen merkittävästi. Erityisesti silloin, jos heikkoon aineenhallintaan yhdistyy heikko itseluottamus. (Harlen & Holroyd, 1997; Hashweh, 1987.) Erityisesti luonnontieteiden opetuksessa opettajan itseluottamuksen vaikutusta opettajan toimintaan voidaan pitää merkittävänä. (Mulholland & Wallace, 2005.) Vahvempi aineenhallinta näkyy opettajan kyvyssä valita ja järjestellä opiskeltavat sisällöt loogisesti. Hyvä aineenhallinta näkyy myös opettajan tavassa käyttää luonnontieteellisiä kokeita opetusmenetelmänä ja hän myös kykenee tällöin paremmin havaitsemaan ja korjaamaan oppilaiden vaihtoehtoisia käsityksiä. (Hashweh, 1987.) On myös viitteitä siitä, että yksipuolista ja oppikirjoihin tukeutuvaa opetusta pitävillä opettajilla on usein heikko aineenhallinta. (King, Shumow, & Lietz, 2001.)

3. Opetussuunnitelman oppimiskäsitys

Oppimiskäsitykset voidaan luokitella karkeasti kahteen luokkaan mekanistisen ja humanistisen ihmiskäsityksen mukaan. Mekanistisessa ihmiskäsityksessä oppija nähdään passiivisena valmiin tiedon vastaanottajana, jolloin oppija ja havainnoitava ilmiö ovat erillään toisistaan. Behavioristinen oppimiskäsitys tukeutuu tähän näkemykseen. Yksinkertaistettuna behavioristinen oppimiskäsitys näkee oppimisen olevan ärsyke-reaktio-kytkentöjen muodostamista ja vahvistamista. Humanistinen ihmiskäsitys puolestaan näkee oppijan olevan tavoitteellinen ja aktiivinen tiedon hankkija, käsittelijä ja arvioija sekä oman tietorakenteen jäsentäjä. Tämä johtaa siihen, että oppija ja havainnoitava ilmiö ovat sidoksissa toisiinsa, jolloin oppija luo oman tietorakenteensa. Konstruktivinen oppimiskäsitys perustuu tähän lähtökohtaan. (Hakkarainen, Lonka, & Lipponen, 2004.; Tynjälä, 1999.)

Lehto (2005) kuvailee artikkelissaan suomalaisen opetussuunnitelman pitkälti nojautuvan konstruktivistiseen oppimiskäsitykseen. Hän kuitenkin toteaa artikkelissaan, että suomalaisissa sovelluksissa on kuitenkin jätetty huomioimatta monet keskeiset oppimiseen ja opetukseen vaikuttavat tekijät mm. oppilaiden motivaatio, kognitiiviset kyvyt, persoonallisuuden piirteet ja sosioekonomiset taustat. Lehto kritisoi artikkelissaan tämän takia opetussuunnitelman oppimisenäkemyksiä, jonka pohjalle myös oppikirjat on luotu, nähden kuitenkin, että konstruktivistinen oppimisenäkemys on rikastanut opetusta. Myös Tobin ja Tibbins (1993) näkevät opetussuunnitelman olevan rikastettu kulttuurisella tiedolla esimerkiksi myyteillä, uskomuksilla, historialla ja päättäjien mielipiteillä, kun sitä katsotaan konstruktivistisesta näkökulmasta.

3.1. Konstruktivistinen oppimiskäsitys

Konstruktivistinen oppimiskäsitys näkee, että oppiminen on aktiivinen tiedon konstruointiprosessi, jossa oppija valikoi ja tulkitsee informaatiota aikaisemmin oppimansa pohjalta. Myös oppijan omat odotukset vaikuttavat prosessiin. Oppimisen keskiössä nähdään olevan ymmärtäminen ja ajattelu. Tavoitteena on, että oppijalle syntyy omiksi ja tärkeiksi koettuja ongelmia, jotka ovat suoraa sidoksissa opeteltavaan asiaan. Oppiminen nähdään olevan aina tilannesidonnaista. Tästä seuraa, että oppimista nähdään tapahtuvan jatkuvasti, myös opiskelutilanteiden ulkopuolella. Oppiminen nähdään toimintana, jossa luodaan jotain, joka on ainakin oppijalle uutta, tai toimintana, jossa yhteisö tuottaa

uudenlaisia toimintatapoja. Tilannesidonnaisen oppimisen teoria korostaa, että kaikki ihmisen toiminta on sidottu siihen kulttuuriin, aikaan, paikkaan ja tilanteeseen, jossa se tapahtuu. Teorian mukaan oppimista on tarkasteltava sosiaalisena ja kulttuurisena ilmiönä, ei yksilöllisenä ilmiönä. Teoria painottaa kaiken kognition olevan tilannesidonnaista. Tällöin koulutuksen tavoitteiden lähtökohdaksi nousee oppimaan oppimisen valmiuksien oppiminen. (Rauste-von Wright, Wright, & Soini, 2003; Tynjälä, 1999.)

3.2. Metakognitiivisten taitojen kehittäminen

Ajattelu- ja toimintaprosessin suunnittelun, ohjaamisen ja arvioinnin säätelyprosessilla tarkoitetaan metakognitiota. Sen nähdään olevan yksilön tietoisuutta omista kognitiivisista toiminnoistaan: ajattelu, oppiminen ja muistaminen. Omaan oppimiseen liittyvää toimintaa ja sen säätelyä kutsutaan metakognitiiviseksi toiminnaksi. Metakognitiivisilla tiedoilla tarkoitetaan yksilön omia tietoja hänen kognitiivisista ja tunnepitoisista prosesseistaan ja metakognitiiviset taidot puolestaan kuvaavat, kuinka yksilö hyödyntää metakognitiivisia tietojaan. (Hakkarainen et al., 2004.; Rauste-von Wright et al., 2003; Tynjälä, 1999.)

Opetussuunnitelman yleinen osuus ottaa kantaa metakognitiivisten taitojen kehittämiseen vähittäin välillisesti. Lukio-opetuksen tavoitteena nähdään, että sen tulee tukea opiskelijan itsetuntemuksen kehittymistä. (LOPS, 2003, s. 12.) Opettajan tehtäväksi nähdään ohjata opiskelijaa opettamansa aineen opiskelussa sekä kehittää häntä oppimaan oppimisentaitoja ja oppimisen valmiuksiaan. (LOPS, 2003, s. 18.)

3.2.1. Lähikehityksen vyöhyke

Lähikehityksen vyöhyke jää yksilön nykyisen tietotaito-tason ja hänelle mahdollisen kehitystason väliin. Toimiessaan yhdessä kehittyneemmän ohjaan avulla, hän kykenee suoriutumaan monimutkaisemmista ongelmista kuin hänen kehitystason perusteella olisi oletettavaa. (Ks. Hakkarainen et al., 2004.) Taulukkokirjan käyttöä pohtiessa on huomioitava myös se, että kirja ei ole tavalliseen oppikirja muotoon kirjoitettua vaan muistuttaa kemian alalla käytettävää lähdekirjallisuutta ja kieltä (Seppänen et al., 2005). Ajattelun ja kielen suhdetta ei voida erottaa. Tieteellisten käsitteiden muodostuminen ja muokkautuminen on aina riippuvainen ympäristöstä, jossa se tapahtuu. Asioilla ja esineillä on oltava merkitys äidinkielessä, jotta on mielekäästä etsiä niille merkitys uudessa asiayhteydessä. (Vygotskij, 1982.) Gilbert (2006) kuvailee, että oppilaiden täytyy arvostaa omaa osallistumistaan oppimistilanteessa ja olla tuloksellisessa vuorovaikutuksessa kehittäessään persoonallista identiteettiään tukemalla yhteisön vuorovaikutusta, jotta lähikehityksen vyöhyke voidaan saavuttaa. Lähikehityksen vyöhykkeen saavuttaakseen oppilaat tarvitsevat sen, että opettaja ymmärtää vyöhykkeen olevan erilainen oppilaan tieto-taitotason karttuessa. (Gilbert, 2006.)

3.2.2. Hajautettu kognitio

Hakkarainen et al. teoksessa *Moderni kognitiotiede* (Saariluoma, 2001, s. 152–172) määrittelee hajautetun kognition sellaisiksi älyllisen toiminnan prosesseiksi, joissa joko edellytetään useamman yksilön vuorovaikutusta tai se pohjautuu keinotekoisien kognitiivisten välineiden käyttöön ajattelun apuvälineenä. Hajautetun kognition näkökulmasta yksilön mieli ei ole ainoa älykkyyden lähde, vaan ihmisen älykkyys on tulosta mielenrakenteen, älykkään teknologian ja sosiaalisen vuorovaikutuksen yhteisvaikutuksesta.

On osoitettu, että ihmisen kognitiiviset kyvyt ovat rajallisia. Ihmisen tiedonkäsittelykykyä voidaan kuitenkin kehittää ja kiertää hajautetun kognition avulla (Vygotskij & Cole, 1978). Apuna voidaan käyttää sosiaalisesti hajautettua kognitiota, jossa kognitiivinen kuorma jaetaan useamman henkilön kesken tai fyysikaalisesti hajautettua kognitiota, jossa hyödynnetään kulttuurikehityksen luomia keinotekoisia kognitiivisen toiminnan välineitä. Tällaisiksi välineiksi voidaan laskea esimerkiksi: taulukot, mallinnustyövälineet, käsitekartat, tietokannat. (Hakkarainen, 2006.)

Kun ajatellaan taulukkokirjaa keinotekoisena kognition välineenä, täytyy muistaa myös asiantuntijuus ja hiljainen tieto. Voidaan ajatella, että opettajilla verrattuna oppilaisiin lukiossa on lähes aina perustellusti (yleensä vähintään 60 op. opintoja yliopistoissa kemiasta) asiantuntijan rooli, johon on aina rakentunut hiljaista tietoa. Kuinka tämä hiljainen tieto näkyy opetuksessa?

Mikäli hiljaisen tiedon siirtäminen yksilöltä toiselle olisi mahdollista, voitaisiin oppimisprosessia nopeuttaa huomattavasti. Hiljaisen tiedon havaitseminen on toisinaan vaikeaa, jopa henkilölle itselleen. (Toivonen & Asikainen, 2004.) Voidaan nähdä, että hiljainen tieto on subjektiivista, koska hiljainen tieto perustuu kokemuksiin. Kokemukset ovat aina subjektiivisia, koska ne liittyvät yksilön omiin tuntemuksiin. Tämä johtaa siihen, että vain tieto on siirrettävissä eteenpäin, ei kokemusta, johon tieto liittyy. (Boiral, 2002)

Hiljainen tieto voidaan jakaa kahteen osaan, tekniseen ja kognitiiviseen. Teknisellä hiljaisella tiedolla tarkoitetaan tietoa, joka on valautunut pitkälle kehittyneisiin taitoihin ja rutiineihin. Teknisessä hiljaisessa tiedossa yhdistyvät tehtävän suorittaminen ja suorittamisen suunnittelu. Kognitiivinen hiljainen tieto koostuu mielensisäisistä malleista ja havainnoista, jotka mahdollistavat olennaisen ja epäolennaisen tiedon erottelun. Kognitiivisella hiljaisella tiedolla on suuri merkitys tehtävän suorittamisessa, ongelmanratkaisussa ja päätöksen teossa. Kognitiivinen hiljainen tieto saattaa olla täysin tiedostamatonta. (Hedlund et al., 2003; Zhou, 2004.)

Asiantuntijuuteen on aina valautunut hiljaista tietoa. Opettajan asiantuntijuuden voidaan nähdä jakautuvan kahteen osaan, opetettavaan aineeseen liittyvään tietoon (substanssietoon) ja kasvatustieteelliseen tietoon. Opettajan asiantuntijuuden kannalta keskeistä on substanssietiedon ja pedagogisestiedon integroituminen pedagogiseksi sisältötiedoksi. Pedagoginen sisältötieto on esimerkiksi tietoa siitä, miten tiettyjä sisältöjä voidaan opettaa, minkälaisia käsityksiä oppilaille on näistä sisällöistä ja minkälaisia oppimisvaikeuksia niiden oppimiseen liittyy. (Tynjälä, 2004.)

4. Kemian opettaminen ja oppiminen

Kemian opetukseen ja oppimiseen vaikuttavat samat lainalaisuudet kuin yleisesti opettamiseen ja oppimiseen. Kuitenkin kemian oppimisessa ja opetuksessa voidaan nähdä selkeästi havaittavia ongelmakohtia, jotka ovat tyypillisiä luonnontieteiden ja erityisesti kemian opetuksessa ja oppimisessa. Tässä kappaleessa pyritään yhdistämään yleinen opetuksen ja oppimisen teoria osaksi erityisesti kemian opetusta ja oppimista koskevaan tutkimukseen.

Gilbert (2006) näkee artikkelissaan viisi keskeistä asiaa, jotka vaikuttavat kemian opetuksen laatua alentavasti. Tekijät ovat yleistettävissä myös muiden aineiden oppiaineiden opetukseen. Opetussuunnitelmien sisällöllisen ylikuormittumisen Gilbert näkee ensimmäiseksi ongelmaksi. Hän näkee tämän johtuvan siitä, että luonnontieteellisen tiedon määrä kasvaa jatkuvasti ja vaatimus opetuksen ajantasaisuudesta ja uuden tiedon huomioon otamisesta näkyy opetuksen pirstaloitumisena. Opetuksen tutkijoiden mukaan tämä johtaa toiseen ongelmaan opetuksessa: opiskellaan yksittäisiä asioita irrottaen ne niiden luonnontieteellisestä alkuperästä.

Toisena ongelmana Gilbert (2006) tuo esiin faktojen esittämisen ilman keskinäistä sidoksellisuutta. Gilbert toteaa, etteivät opetussuunnitelmat vaadi oppilaita sisäistämään käsitteiden välisiä suhteita ja yksittäisten tietojen hahmottamista osaksi laajempaa kokonaisuutta. Suuri määrä erillisiä tietoja, joiden riippuvuussuhteita ei ole esitetty tai niiden merkitys toisiinsa on jätetty opetuksessa huomioimatta voi johtaa heikkoon sitoutumiseen opiskelussa sekä pintaoppimiseen.

Kolmanneksi ongelmaksi Gilbert (2006) kokee siirtovaikutuksen puutteen. Tämän Gilbert näkee johtuvan siitä, että opetus houkuttelee oppilaita matkimaan ongelmien ratkaisuja suoraviivaisesti opetetun mallin mukaisesti. Tämä johtuu Gilbertin mukaan osittain siitä, että vain vähäinen osa opitusta kemian tiedosta on linkitetty jokapäiväiseen elämäämme.

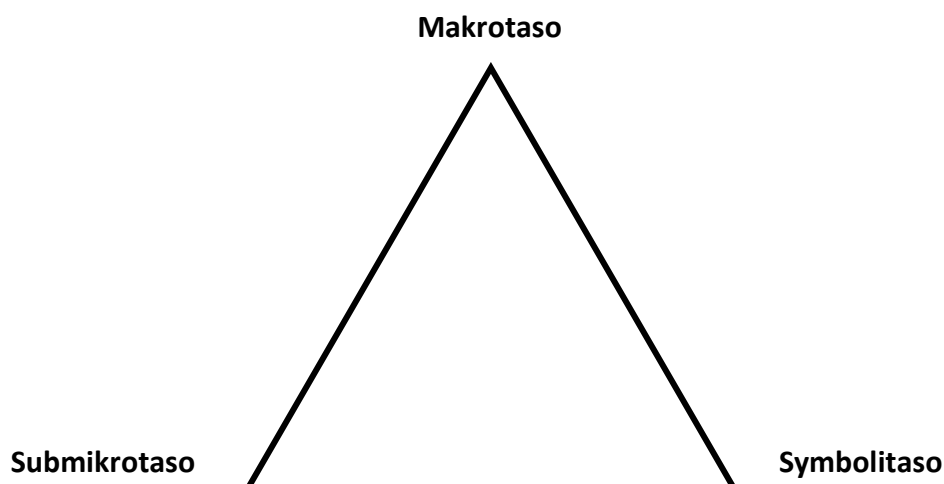
Neljänneksi ongelmaksi Gilbert (2006) esittää opitun tiedon merkityksettömyyden. Kemian yhteys muihin tieteisiin, osana yleissivistystä, koetaan pieneksi ja täten maailmanlaajuisesti kemiaa opiskelevat enemmän kuin pakolliset kurssit vain ne opiskelijat, jotka kokevat sen tukevan tulevaisuutensa tavoitteita.

Osana tätä voidaan nähdä Gilbertin (2006) esiin tuoma viides ongelma, vähäinen painotus. Perinteinen painotus kemian opetussuunnitelmissa korostaa sitä, että opetus tarjoaa perustan seuraavalle kurssille. Opetussuunnitelmat eivät niinkään korosta kiinnostumista luonnontieteellisestä lukutaidosta ja näin tämän hyödyllisyys jää vaille huomiota.

4.1. Kemian kieli

Kemialla on sille ominainen kieli, joka on tyypillinen vain kemialle tieteenä. Kemian kieli poikkeaa tavallisesta arkikielestä. Kemian kieli on universaali, jonka vuoksi sitä ei yleensä tarvitse kääntää puhutun kielen tapaan. Kemian käsitteillä on hierarkkinen rakenne ja käsitteiden välillä on rakenteellinen verkosto. Kemian kielen avulla pyritään selittämään kemian ilmiöitä symbolein ja niiden välisillä algebrallisilla esityksillä. Kemian kielen toimivuutta ja universaalisuutta valvoo IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry), joka tekee tarvittaessa korjauksia kemian kieleen. (Lampiselkä, 2003.)

Kemian voidaan nähdä muodostuvan kolmesta eri tasosta, jotka ovat makro-, submikro- ja symbolitaso. (Kuva 1.) Se, mitä voimme suoraan havainnoida ja nähdä, tarkoittaa makrotasoa. Submikrotasolla tarkoitetaan tasoa, jota emme voi suoraan nähdä, partikkelitason kemian maailmaa. Symbolitasolla pyritään kemiallisten merkkien ja operaattoreiden avulla kuvaamaan kemian ilmiöt. Opettajan tulee olla tietoinen tasoista ja ymmärtää niiden merkitys sekä yhteys opetukseen. Kaikkien kolmen tason yhtäaikainen hallinta on vaikeaa. Vaikka asiantuntija kykenee käsittelemään jokaisen tason tietoja samanaikaisesti, oppilaat pystyvät käsittelemään yleensä vain yhden tason tietoja kerrallaan. (Johnstone, 1993.)



Kuva 1. Kemian voidaan nähdä muodostuvan kolmesta eri tasosta: makrotaso, submikrotaso ja symbolitaso. (Johnstone 1993)

Mikro-, makro-, ja symbolitasoa voidaan käyttää kemian käsitteiden ymmärtämisen tukena. Esimerkiksi kokeellisen työn avulla oppilas tekee havaintoja makrotasolla ja pyrkii selittämään tulokset mikrotasolla. Lopuksi tähdätään siihen, että oppilaat selittävät havaintojen kautta rakennetut reaktioyhtälöt symbolitasolla. Opetuksessa kemiallisia ilmiöitä lähestytään usein symbolitason kautta. Symbolitason voidaan katsoa olevan näistä kolmesta tasosta yleisluontoisin. Yhtenä kemian opetuksen haasteena voidaan pitää näiden tasojen yhdistämistä omassa ajattelussa. (Gabel, 1999.) Aksela (2005) näkee, että usein oppilaat pystyvät selittämään makrotason havaintojaan symbolien avulla, vaikka eivät ymmärtäisikään ilmiötä mikrotasolla.

MAOL-taulukot kirja esittelee kemian tietoa kemian kielelle tunnusomaisessa muodossa. Tämän lisäksi on huomioitava, että taulukkokirjan esityksen voi nähdä olevan lähes puhtaasti symbolitasolla. Varsinkin, kun ajatellaan, että oppilas yleensä pystyy käsittelemään vain yhden tason tietoja kerrallaan, ei taulukkokirjan käytön osaamista voi pitää oppilaille itsestään selvyytensä. Symbolitasolla annettu kemian tieto ei siirry automaationa muiden tasojen tiedoksi.

4.2. Kemian opetuksen työtapoja

Kemian opetuksessa on käytettävissä laaja kirjo erilaisia työtapoja: ennakkojäsentäjä, kokeellinen työskentely ja kokeelliseen työskentelyyn perustuva tutkimusprojekti, oppimispäiväkirja, yhteistoiminnallinen oppiminen, vierailukäynti, opettajajohtoinen opetus, roolileikki, malleja ja analogioita, lajittelu sekä opetusvideo. Pelkästään monipuoliset työtavat eivät johda hyviin oppimistuloksiin. Voidaan nähdä, että taitava kemian opettaja osaa välittää ja osoittaa oppitunneilla asiantuntemuksensa ja innostuneisuutensa. Taitava opettaja saa oppilaat osallistumaan ja itse oivaltamaan uusia asioita. Opettajan ja oppilasryhmän yhteinen toiminta on oppimisprosessissa keskeistä. (Kärnä, Houtsonen, & Tähkä, 2012)

Kemian opetuksen työtapoja valitessaan opettajan valintoihin vaikuttaa sekä henkilökohtaiset tekijät että ulkoiset tekijät. Henkilökohtaisiin tekijöihin vaikuttavat opettajan omat mieltymykset ja aineenhallinta. Ulkoisiin tekijöihin voidaan katsoa vaikuttavan ryhmäkoot, luokkatilat, rahalliset resurssit ja vastuukysymykset.

Aksela ja Juvonen (1999) tutkivat kemian opetuksen haasteita tutkimuksessaan Kemian opetus tänään. Tutkimukseen liittyen Aksela ja Karjalainen julkaisivat seurantatutkimuksen 2008. Tutkimuksessa nähdään, että kemian opetusmahdollisuudet eivät olleet kouluissa tasapuoliset. Opetusmahdollisuudet koetaan materiaalien suhteen huonommiksi kuin tilojen suhteen. Ryhmäkoot lukiossa olivat suuria ja tämän nähtiin tuovan haasteita kokeellisten töiden suorittamiseen. Kokeellisten töiden teettämisen suurimpana haasteena nähdään ajan puute. Erilaisia työtapoja käytetään kemian opetuksessa monipuolisesti, vaikka resurssien puute koetaan yhä suureksi.

4.3. Bloomin taksonomia

Benjamin Bloom (1913–1999) oli psykologian tutkija. Hän teki tutkimusta ajattelun eri tasojen luokitteluksi oppimisprosessin aikana. Bloomin tavoitteena koko uransa ajan oli parantaa oppilaiden oppimista. Hän ei uskonut, että oppiminen perustuu geneettiseen taakkaamme vaan ympäristön vaikutuksen yksilön suorituskäytössä. Bloom löysi kolme oppimisen aluetta: tiedollinen, affektiivinen (tunnevaltainen) ja psykomotorinen (psykkisten tekijöiden ja ruumiinliikkeiden yhteyksiä koskeva tai niihin perustuva) alue. Hän keskittyi erityisesti tutkimaan tiedollisen alueen suhdetta oppimiseen. Tämän seurauksena syntyi ajattelutapojen luokittelumalli, jossa kuvataan ajattelun kehittymistä oppimisprosessin aikana. Malli tunnetaan nimellä Bloomin taksonomia. Bloom näki, että tiedollinen oppimisen alue rakentuu kuudesta tasosta, jotka ovat hierarkkisesti järjestäytyneet. Bloom koki, että opettaessa ja arvioitaessa opiskelijoita tulee huomioida oppimisen prosessiluonne. Hän näki opettajan tehtäväksi saada opiskelijan ajatteluprosessi siirtymään korkeammalle tiedollisen ajattelun tasolle. (Anderson, 2002; Eisner, 2000.)

Anderson ja Krathwohl (2001) uudistivat Bloomin taksonomiaa korvaten alkuperäiset ajattelutasoa kuvaavat substantiivit verbeillä ja vaihtaen tuottamisen ja arvioinnin sijaintia toisiinsa nähden. (Taulukko 1.) He jakavat ajattelutaidot alemman tason ajattelutaitoihin (muistaa, ymmärtää) ja korkeamman tason ajattelutaitoihin (soveltaa, analysoi, arvioi ja luo). Korkeamman- ja alemman tason ajattelutaidot voidaan erottaa toisistaan. Voidaan nähdä, että vain ihmisellä voi esiintyä korkeamman tason ajattelutaitoja, kun taas alemman tason ajattelutaitoja esiintyy myös eläimillä. Korkeamman tason ajattelutaitojen käyttäminen edellyttää alemman tason ajattelutaitojen hallintaa ja näin ollen taksonomian hierarkkisyyden mukaan kuormittaa ajatteluprosessia enemmän. (Anderson & Krathwohl, 2001.) Voidaan nähdä, että kemian syvä ymmärtäminen vaatii opiskelijalta korkeamman tason ajattelutaitojen omaksumista. (Aksela, 2005.)

Taulukko 1. Taulukossa on esitetty alkuperäisen Bloomin taksonomian ajattelutasojen vertailu Anderson & Krathwohl (2001) uudistamaan versioon verraten.

Bloomin taksonomia (1956)	Bloomin taksonomia (Anderson & Krathwohl 2001)
Tietäminen (Knowledge)	Muistaa (Remember)
Ymmärtäminen (Comprehension)	Ymmärtää (Understand)
Soveltaminen (Application)	Soveltaa (Apply)
Analysoiminen (Analysis)	Analysoi (Analyze)
Tuottaminen (Synthesis)	Arvioi (Evaluate)
Arvioiminen (Evaluation)	Luo (Create)

Uudistettu taksonomia taulu on kaksiulotteinen. Sen dimensiot voidaan jakaa tietoon ja kognitiiviseen prosessiin. Kognitiivisen prosessin dimensio voidaan jakaa kuuteen pääluokkaan: muistaa, ymmärtää, soveltaa, analysoi, arvioi, luo. Tiedon dimension pääluokat ovat vastaavasti: faktatieto, käsitetieto, menetelmätieto sekä metakognitiivinen tieto. Taulukkoa tulkitessa, kun siirrytään vasemmalta oikealle kognitiivinen kuorma kasvaa ja toisaalta, kun tullaan ylhäältä alas tieto muuttuu yhä abstraktimmaksi. (Krathwohl, 2002.) (Taulukko 2.)

Taulukko 2. Taksonomiataulu (Krathwohl, 2002)

Tiedon dimensio	Kognitiivisen prosessin dimensio					
	1. Muistaa	2. Ymmärtää	3. Soveltaa	4. Analysoida	5. Arvioida	6. Luoda
Faktatieto						
Käsitetieto						
Menetelmätieto						
Metakognitiivinen tieto						

Bloomin taksonomiaa voidaan hyödyntää kemian opetuksen suunnittelussa ja arvioinnissa. Kognitiivisen prosessin tasojen verbejä apuna käyttäen on mahdollista asettaa opetukselle tavoitteita, joiden avulla voidaan tukea korkeamman tason ajattelutaitojen kehittymistä. Tiedon dimensiota on mahdollista hyödyntää esimerkiksi pohtiessa, mikä tiedon osa-alue on keskiössä kokeellista työtä suorittaessa.

Bloomin taksonomiaa on hyödynnetty myös suomalaisessa kemian opetuksen tutkimuksessa esim. Aksela ja Tikkanen. Aksela (2005) tutki, kuinka lukiolaisten korkeamman tason ajattelutaitoja voidaan kehittää. Tikkanen (2010) hyödynsi Bloomin taksonomiaa arvioidessaan kemian ylioppilaskokeen tehtäviä.

5. Tutkimuskysymykset

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää MAOL-taulukot kirjan roolia lukion kemian opetuksessa. Tutkimus kohdistuu kemian opettajien tapaan hyödyntää MAOL-taulukot kirjaa opetuksessa ja sen suhdetta suhteessa opetussuunnitelmassa määriteltyihin keskeisiin kemian sisältöihin. Tarkastelun keskiössä ovat MAOL-taulukot -kirjan kemian osuuden sisältämät taulukot ja niiden käytettävyys lukion kemian opetuksessa.

Tutkimuksen keskeisenä tavoitteena on laajentaa MAOL-taulukot -kirjan teoreettista tulkintaa ja tarjota uudenlaista tapaa ymmärtää sitä.

Tutkimuksessa etsittiin vastauksia kolmeen tutkimuskysymykseen:

1. Miten MAOL-taulukot kirjan kemian osuuden taulukot tukevat lukion kemian opetussuunnitelmassa kurssikohtaisesti määriteltyjä keskeisiä sisältöjä?
2. Kuinka taulukkokirjan kemian osuuden sisältö on kehittynyt kirjan eri painoksissa?
3. Eroaako sisällönanalyyssissä käyttökelpoisimmiksi nousseet taulukot opettajien tärkeimmiksi valitsemista taulukoista?
4. Miksi opettajat opettavat MAOL-taulukot -kirjan käyttöä?
5. Miten opettajat opettavat taulukkokirjan käyttöä kemian opetuksessa?

6. Tutkimuksen kulku

Käsillä oleva tutkimus on laadullinen. Aineistona on ollut MAOL-taulukot -kirjan kemian osuuden taulukot sekä lomakekyselyllä opettajilta kerätty aineisto. Aineisto on analysoitu sisällönanalyysiä käyttäen. Analyysissa keskityttiin MAOL-taulukot -kirjan kemian osuuden taulukoiden käytettävyyteen ja lomakeaineiston osalta saatujen avointen kysymysten vastauksiin. Lomakekyselyn suljettuja vastauksia on käytetty yleiskuvan saamiseen ja karsimaan avointen kysymysten vastauksista itsestäänselvydet. Lomaketutkimuksen avulla on myös pyritty arvioimaan sekä kirja-aineiston analyysin luotettavuutta että opettajien näkemystä MAOL-taulukot -kirjan kemian osuuden taulukoiden suhteesta opetukseen.

6.1. Laadullinen tutkimus

Laadullinen tutkimus pyrkii yleisesti tuottamaan ymmärrettävää tietoa ja vastaamaan kysymyksiin miksi, millainen ja miten. Laadullinen tutkimus voidaan nähdä erityisen hyödylliseksi silloin, kun tutkimus koskee aikaisemmin tutkimatonta kohdetta. Laadullisen tutkimuksen luonteenomainen piirre on mahdollistaa ilmiöiden ja asioiden tarkastelemisen monesta eri näkökulmasta. Laadullisen tutkimuksen aineisto mahdollistaa usein eri menetelmien käytön saman aineiston analysointiin. Tämä mahdollistaa aineistoa analysoitaessa näkökulman vaihtamisen sekä erilaisten havaintojen tekemisen. Laadullinen aineisto voidaan nähdä moniulotteiseksi. (Alasuutari, 1994.)

Laadullisessa tutkimuksessa teorian merkitys on ilmeinen ja sen roolin määrittely on tutkimuksen kannalta tärkeää (Eskola & Suoranta, 1998; Tuomi & Sarajärvi, 2009). Sekä arki että teoreettiset havaintomme ovat aina teoriapitoisia ja vaativat käsitteellistä tulkintaa. Voidaan nähdä, että käytännön toimintaa ohjaa aina joku teoria tiedostetusti tai tiedostamatta. Laadullisessa tutkimuksessa teoria esittelee ja määrittelee tutkimuksen keskeisimmät käsitteet. Laadullisessa tutkimuksessa objektiivisuus pyrkii siihen, että tutkija ei tulkitse vastauksia omien uskomuksien, asenteiden tai arvostusten nähden ja että teoriaa voidaan pitää aineiston tulkinnan lähtökohtana. (Eskola & Suoranta, 1998.)

6.2. Lomaketutkimus

Suomenkielessä lomaketutkimus vastaa englanninkielestä tuttuja termejä *survey* ja *social survey*. Menetelmän kuvauksessa voisi käyttää myös termiä survey-tutkimus, koska

menetelmälle kuitenkin löytyy suomenkielessä vastine. Jatkossa lomaketutkimus sanaa käytetään oletettavasti siten, että sen voisi korvata sanalla survey-tutkimus. (Alastalo, 2005)

Lomaketutkimuksella pyritään yleisesti keräämään sellainen aineisto, joka kuvaa laajojen joukkojen käsityksiä, mielipiteitä ja asenteita. Se on nopea tapa saada kerättyä laajoja aineistoja. Tyypillisesti sillä pyritään kuvaamaan eri muuttujien välisiä suhteita. Lomaketutkimuksella pyritään tuottamaan tietoa eri taustatekijöiden mukaan jakautuneiden ryhmien suhtautumisesta kysytyihin asioihin. Lomaketutkimuksen avulla ei kuitenkaan voida kerätä aineistoa, joka kuvailisi tarkasti tutkimuksen kohdetta, mutta sitä voidaan käyttää esimerkiksi lähdeaineistona tarkemmille tutkimuksille. Lomaketutkimus voi sisältää joko suljettuja tai avoimia kysymyksiä tai molempia. Kysymysten suunnittelussa tulee olla huolellinen, jotta kysymykset oikeasti antavat vastauksia siihen, mitä on haluttu kysyä. (Laaksonen, 2013.) Kysymysjärjestyksellä saattaa olla huomattava vaikutus saatuihin vastauksiin, joten siihen on kiinnitettävä huomiota (Godenhjelm, 2002).

Lomaketutkimus toteutettiin verkkokyselynä. Vastaajajoukoksi pyrittiin saamaan kemian lukiossa opettavia opettajia ja tästä syystä hyödynnettiin heille suunnattuja sähköpostilistoja. Vastausjoukkoon ei käytetty erikseen otantamenetelmää, jolla olisi pyritty saavuttamaan koko joukkoa mahdollisimman hyvin kuvaava otantajoukko. Tutkimuksen otantajoukko on siis itsevalikoitunut. (Laaksonen, 2013.)

Taustakysymykset, joilla vastaajat on pyrkimys jakaa ryhmiin, oli sijoitettu ensimmäisiksi kysymyksiksi ja niitä oli ainoastaan neljä. Taustakysymysten määrä pidettiin pienenä, jottei niihin kuluisi aikaa ja sitä kautta laskisi vastausprosenttia. Lomakkeen täyttämiseen ei saisi kulua yli 15 min, jos ei haluta vastausprosentin laskevan tästä syystä.

Taulukkokirjan käyttöä lukion kemian opetuksessa koskevissa kysymyksissä oli sekä avoimia että suljettuja. Ensimmäisenä vastaajia pyydettiin valitsemaan viisi tärkeimmäksi kokemaansa taulukkoa MAOL-taulukot kirjan kemian osuudesta. Mahdollisesti valittavat taulukot oli kyselylomakkeeseen aseteltu MAOL-taulukot kirjan sisällysluettelon mukaan. Tämä kysymys kysyttiin ensimmäisenä, jottei jatkossa tulevat kysymykset vaikuttaisi valintoihin. Tämän jälkeen suljetuilla kysymyksillä pyrittiin hahmottamaan kuinka ja miksi opettajat pyrkivät opettamaan mekaanisia tapoja käyttää taulukkokirjaa lukion kemian

opetuksessa. Suljetut kysymykset kysyttiin ennen avoimia kysymyksiä, jotta avoimiin kysymyksiin ei tulisi vastauksia, joita haettiin suljetuilla kysymyksillä. Suljetuissa kysymyksissä käytettiin viisiportaista Likert-asteikkoa: 5 täysin samaa mieltä, 4 jokseenkin samaa mieltä, 3 ei samaa eikä eri mieltä, 2 jokseenkin erimieltä, 1 täysin eri mieltä. Vastausvaihtoehtona ei haluttu käyttää 'ei osaa sanoa', koska tämä olisi vaikeuttanut tulosten tulkintaa ja kaikki vastaukset haluttiin huomioida (Töttö, 2004).

6.3. Sisällönanalyysi

Tutkimuksessa käytetään teoriaohjaavaa sisällönanalyysiä. Teoriaohjaavassa sisällönanalyysissä on teoreettisia kytkeitä, mutta ne eivät suoraan pohjautu teoriaan ja toisaalta teoria toimii apuna analyysin etenemisessä. Teoriaohjaavassa sisällönanalyysissä analyysiyksiköt valitaan aineistosta, mutta aikaisempi tieto ohjaa tai auttaa analyysia. Analyysista on tunnistettavissa aikaisemman tiedon vaikutus. Aikaisemman tiedon merkitys ei ole teoriaa testaavaa, vaan sitä käytetään uudenlaisen näkökulman saavuttamiseen. Teoriaohjaavassa sisällönanalyysissä se, miten tutkittava ilmiö käsitteenä määritellään on vapaata suhteessa teoriaosan jo tiedettyyn tietoon tutkittavasta ilmiöstä. (Tuomi & Sarajärvi, 2009, s. 96–98.)

6.4. Aineiston hankinta

6.4.1. MAOL-taulukot -kirja

Tutkimuskohteena oli MAOL-taulukot kirjan kemian osuus. MAOL-taulukot kirja koostuu kolmesta laajemmasta osuudesta, matematiikka, fysiikka ja kemia. Kemian osuus on kahteen suurempaan kokonaisuuteen "Merkintöjä ja kaavoja" ja "Taulukoita". Taulukot on luokiteltu vielä erikseen neljään pääluokkaan: "Alkuaineet", "Yhdisteet", "Hapot, emäkset, pH", "Orgaaniset aineet". Yhteensä erilaisia taulukoita MAOL-taulukot kirjan kemian osuudessa on 41 kappaletta. Taulukokirjan käytettävyyttä pyrittiin arvioimaan lukion opetussuunnitelman (2003) kemian keskeisten sisältöjen avulla. Lukion opetussuunnitelmassa on määritelty erikseen pakollisten ja syventävien kurssien keskeiset sisällöt.

6.4.2. Kysely lukion kemian opettajille

Lomaketutkimus toteutettiin verkkokyselynä hyödyntäen kahta sähköpostilistaa, kemia-tiedotus ja luma-tiedotus. Kemia-tiedotus sähköposti on erityisesti tarkoitettu kemiaa opettaville opettajille informaatiokanavaksi ja luma-tiedotus on kohdennettu kaikkia luonnontieteitä opettaville opettajille. Sähköpostilistoilla oleville opettajille lähetettiin sähköposti, jossa lukion kemian opettajia pyydettiin osallistumaan kyselyyn. Sähköpostissa oli linkki kyselylomakkeeseen. Vastaajia etsittiin myös ilmoituksella Opettaja-lehdessä. Sähköiset vastaukset koottiin tietokantaan Helsingin yliopiston e-lomakepalveluun. Lomake sisälsi sekä suljettuja että avoimia kysymyksiä. (Liite F.) Avoimille kysymyksille tehtiin teoriaohjaava sisällönanalyysi. Tämän jälkeen sekä avoimien että suljettujen kysymysten vastaukset koodattiin numeeriseen muotoon.

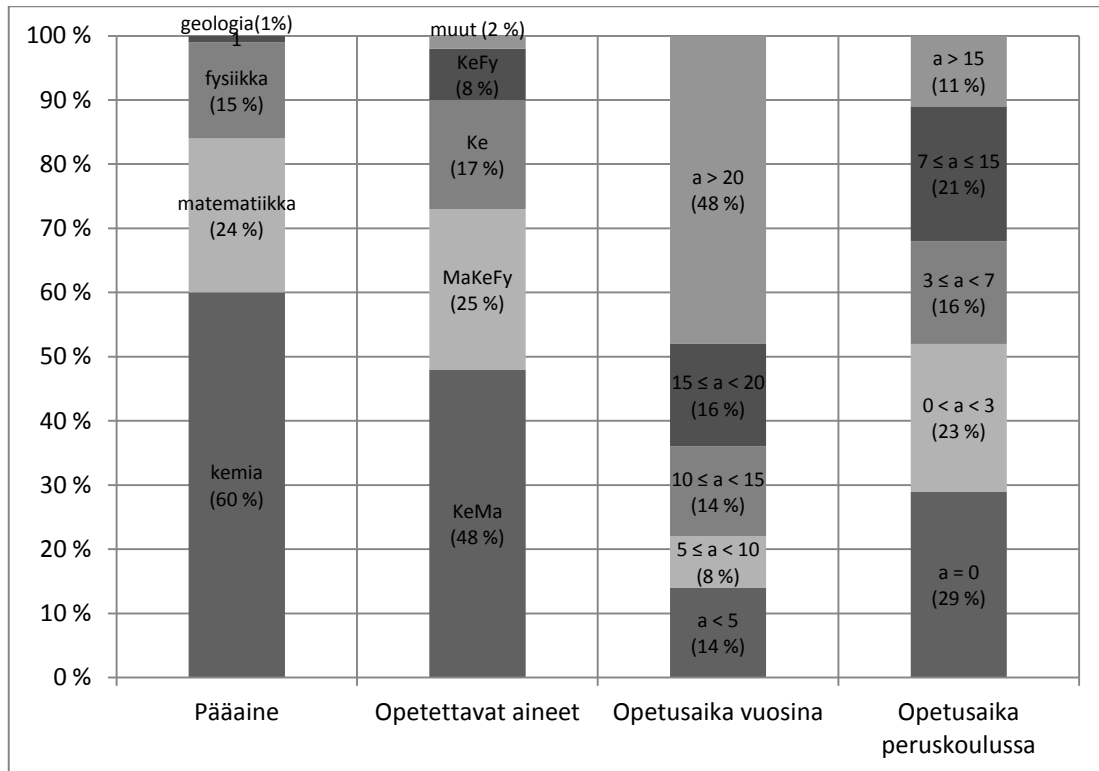
Tutkimukseen osallistui 107 opettajaa. Taustatietoina opettajilta kysyttiin heidän pääainettaan, muita opettavia aineita, opetusaikaa ja opetusaikaa peruskoulussa. Vastanneista 60 % ilmoitti pääaineensa olevan kemia, 24 % matematiikka, 15 % fysiikka ja yksi vastanneista ilmoitti pääaineensa olleen geologia. (Kuva 2.)

Opetettavia aineaineita kysyttäessä oletettiin, että suurin osa vastaajista opettaa, jotain kombinaatiosta kemia, fysiikka, matematiikka. Nämä vaihtoehdot olivat suoraa valittavissa ja lisäksi oli avoin vastauskohta, johon oli mahdollista kirjoittaa muut opetettavat aineet. Suurin osa vastanneista (98 %) opetti jotain näistä oletteistuisista yhdistelmistä. Kaksi prosenttia oli vastannut avoimeen kysymykseen. Muut opetettavat aineet olivat: kansainvälisyys, tietotekniikka, viestintätekniikka, ympäristötieteet ja biologia. Vastaajista 48 % ilmoitti aine yhdistelmäkseen kemia-matematiikka, 25 % kemia-matematiikka-fysiikka, 17 % kemia ja 8 % kemia-fysiikka. (Kuva 2.)

Vastanneista suuri osa oli kokeneita opettajia, 48 % ilmoitti opettaneensa yli 20 vuotta. Muista vastanneista 14 % ilmoitti opettaneensa alle 5 vuotta, 8 % 5–10 vuotta, 14 % 10–15 vuotta ja 16 % 15–20 vuotta. (Kuva 2.)

Kysely oli suunnattu lukion opettajille, mutta kuitenkin haluttiin tietää vaikuttaako vastauksiin kokemus peruskouluopetuksesta. Tämän takia taustakysymyksenä tiedusteltiin opettajan omakohtaista kokemusta peruskoulussa avoimen kysymyksen avulla. Saadut vastaukset luokiteltiin aikaväleille ja saatiin seuraavat joukot: Vastanneista 29 % ei omannut kokemusta peruskoulusta, 23 % oli opettanut 0–3 vuotta, 23 % oli opettanut 3–7

vuotta, 21 % oli opettanut 7–15 vuotta ja 11 % vastanneista oli opettanut peruskoulussa yli 15 vuotta. (Kuva 2.)

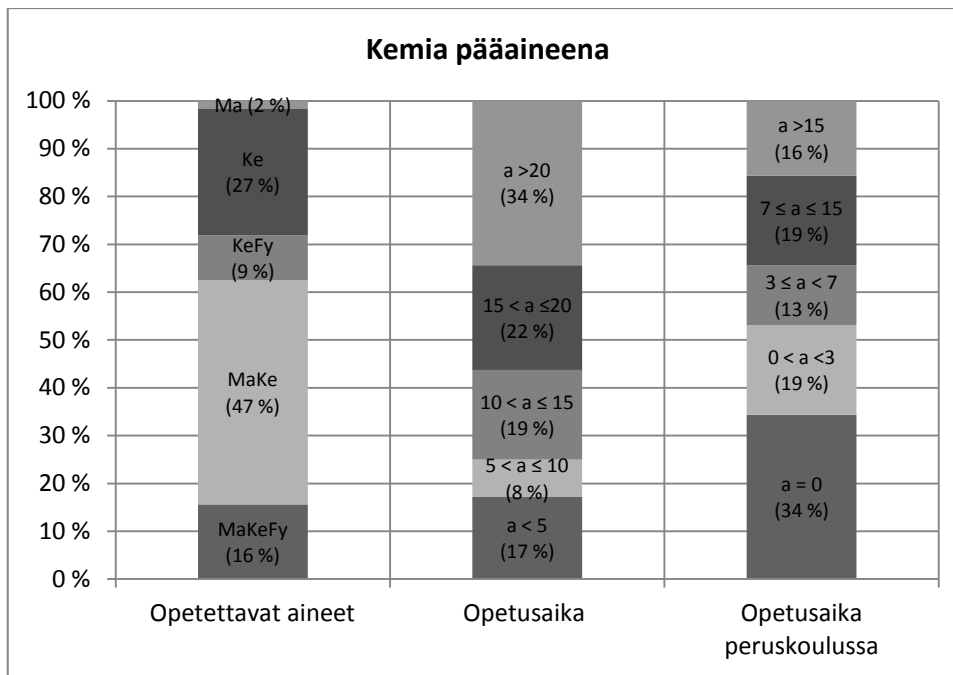


Kuva 2. Kuvaajaan on merkitty prosentiosuuksina kysytyjen taustamuuttujien (pääaine, opetettavat aineet, opetusaika vuosina, opetusaika peruskoulussa) jakaumat. Esimerkiksi vastanneiden pääaine jakautui seuraavasti: 60 % kemia, 24 % matematiikka, 15 % fysiikka ja 1 % geologia. (a = vuosi)

Opettajat, jotka esittävät pääaineekseen kemian, opettivat pääsääntöisesti (47 %) matematiikkaa ja kemiaa, 16 % ilmoitti opettavansa matematiikkaa - kemiaa ja fysiikkaa, 27 % ainoastaan kemiaa, 9 % kemiaa ja fysiikkaa ja ainoastaan matematiikkaa opettavia oli 2%. (Kuva 3.)

Opetusaika kemia pääaineena ilmoittaneille jakautui seuraavasti: 17 % alle viisi vuotta opettaneet, 8 % 5–10 vuotta opettaneet, 22 % 15–20 vuotta opettaneet, 34 % yli 20 vuotta opettaneet opettajat. (Kuva 3.)

Opetusaika peruskoulussa kemia pääaineena ilmoittaneille jakautui seuraavasti: 34 % ei ollut opettanut peruskoulussa, 19 % alle kolme vuotta opettaneet, 13 % 3–7 vuotta opettaneet, 19 %, 7–15 vuotta opettaneet, 16 % yli 15 vuotta opettaneet opettajat. (Kuva 3.)

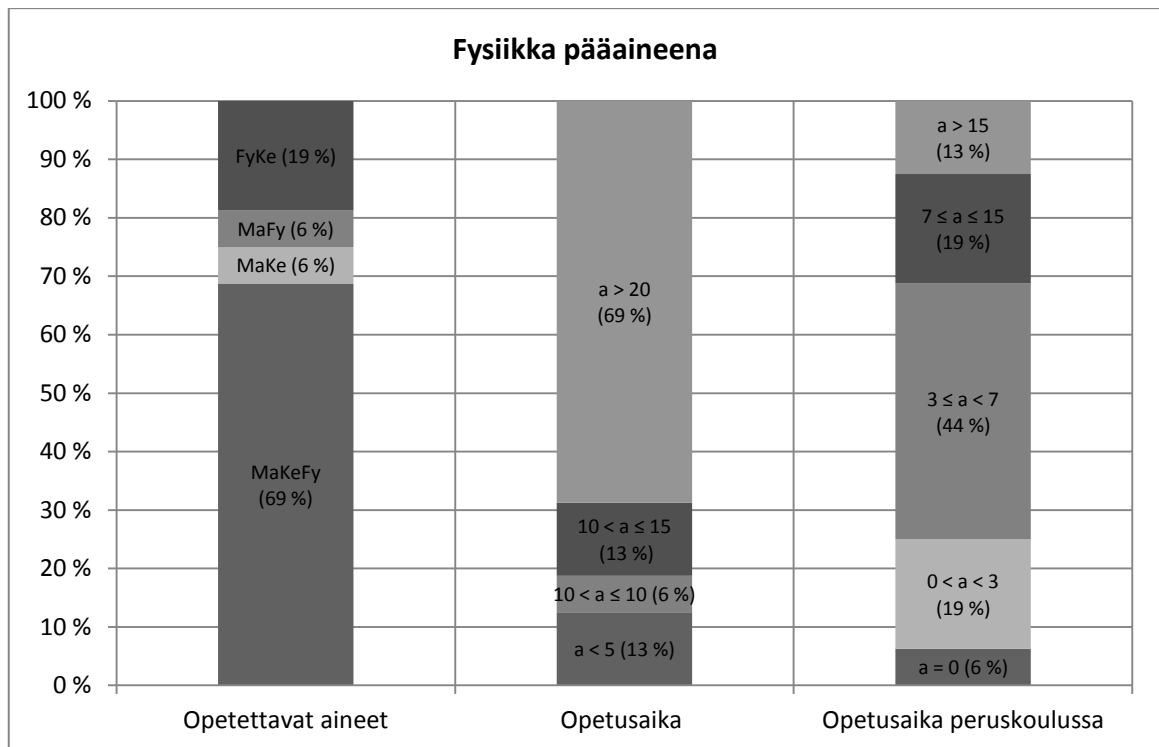


Kuva 3. Kuvaajaan on merkitty prosenttiosuuksina, kuinka kemian pääaineekseen ilmoittaneet ovat vastanneet muihin taustakysymyksiin. Esimerkiksi vastaajat, joiden pääaine on kemia opettavat seuraavia aine yhdistelmiä: 16 % MaKeFy, 47% MaKe, 9 % KeFy, 27 % Ke, 2% Ma. (a = vuosi)

Opettajat, jotka esittävät pääaineekseen fysiikan, opettivat suurimmaksi osaksi (69 %) matematiikkaa, kemiaa ja fysiikkaa, 6 % matematiikkaa ja kemiaa, 6 % ilmoitti opettavansa matematiikkaa ja fysiikkaa, 6 % matematiikkaa ja fysiikkaa, 19 % fysiikkaa ja kemiaa. (Kuva 4.)

Opetusaika fysiikka pääaineena ilmoittaneille jakautui seuraavasti: 13 % alle viisi vuotta opettaneet, 6 % 5–10 vuotta opettaneet, 13 % 15–20 vuotta opettaneet, 69 % yli 20 vuotta opettaneet opettajat. (Kuva 4.)

Opetusaika peruskoulussa fysiikka pääaineena ilmoittaneille jakautui seuraavasti: 6 % ei ollut opettanut peruskoulussa, 19 % alle kolme vuotta opettaneet, 44 % 3–7 vuotta opettaneet, 19 %, 7–15 vuotta opettaneet, 13 % yli 15 vuotta opettaneet opettajat. (Kuva 4.)

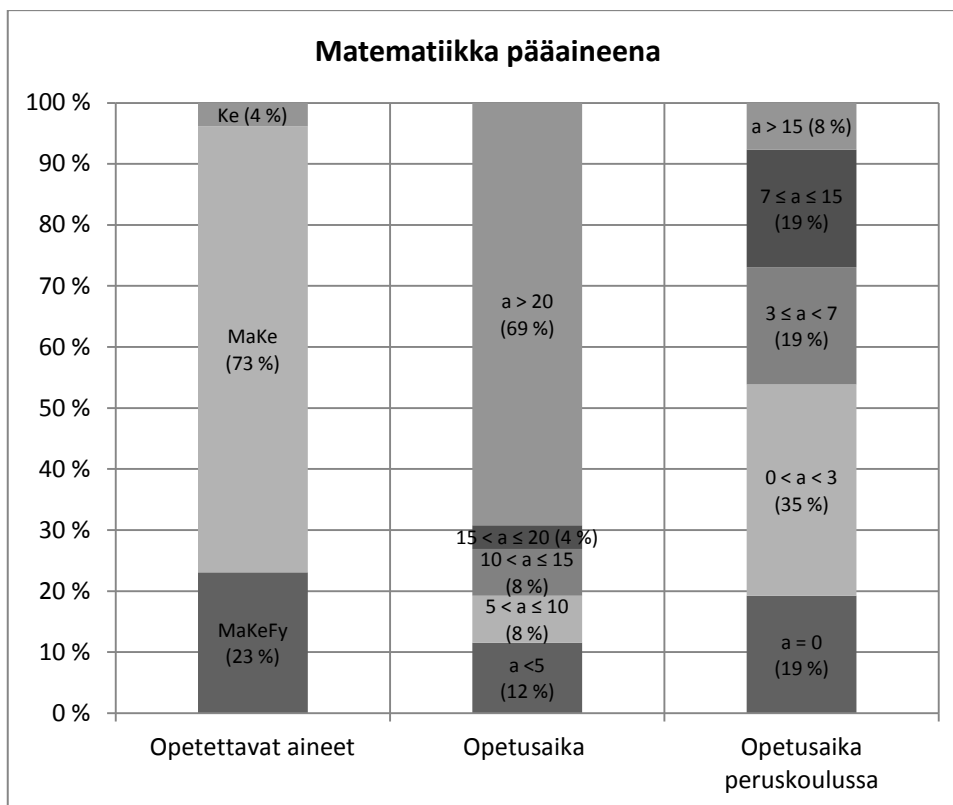


Kuva 4. Kuvaajaan on merkitty prosenttiosuksina, kuinka fysiikan pääaineekseen ilmoittaneet ovat vastanneet muihin taustakysymyksiin. Esimerkiksi vastaajat, joiden pääaine on fysiikka opettavat seuraavia aineyhdistelmiä: 69 % MaKeFy, 6 % MaKe, 6 % MaFy, 19 % FyKe. (a = vuosi)

Opettajat, jotka esittävät pääaineekseen matematiikan, opettivat suurimmaksi osaksi (73 %) matematiikkaa ja kemiaa, 23 % matematiikkaa, fysiikkaa ja kemiaa ja 4 % ilmoitti opettavansa ainoastaan kemiaa. (Kuva 5.)

Opetusaika matematiikka pääaineena ilmoittaneille jakautui seuraavasti: 12 % alle viisi vuotta opettaneet, 8 % 5–10 vuotta opettaneet, 8 % 15–20 vuotta opettaneet, 69 % yli 20 vuotta opettaneet opettajat. (Kuva 5.)

Opetusaika peruskoulussa fysiikan pääaineekseen ilmoittaneilla jakautui seuraavasti: 19 % ei ollut opettanut peruskoulussa, 35 % alle kolme vuotta opettaneet, 19 % 3–7 vuotta opettaneet, 19 %, 7–15 vuotta opettaneet, 8 % yli 15 vuotta opettaneet opettajat. (Kuva 5.)



Kuva 5. Kuvaajaan on merkitty prosenttiosuuksina, kuinka matematiikka pääaineekseen ilmoittaneet ovat vastanneet muihin taustakysymyksiin. Esimerkiksi vastaajat, joiden pääaine on matematiikka opettavat seuraavia aine yhdistelmiä: 23 % MaKeFy, 73 % MaKe, 2 % Ke. (a = vuosi)

6.5. Aineiston analyysi

6.5.1. Taulukkokirjan sisällönanalyysi

MAOL-työkirjan kemian osuuden sisällönanalyysi tehtiin teoriaohjaavasti. Opetussuunnitelman keskeiset sisällöt muodostivat valmiiksi rungon, johon taulukkokirjan taulukoiden sisältämä tieto pyrittiin suhteuttamaan. Taulukkokirjan kemian osuuden sisältämät taulukot käytiin erikseen lävitse jokaista keskeistä sisältöä tarkasteltaessa. Luokittelu toistettiin useampaan kertaan ja taulukkokirjan käyttöä koskevia luokkia tarkenneltiin kunnes luokittelu alkoi toistaa itseään. (Liitteet A, B, C, D, E.)

Analyysissä keskeiseen sisältöön liittyvät taulukot valittiin käyttäen apuna kolmea alaluokkaa: välttämättömät tiedot, soveltamista tukevat tiedot ja kemiallista merkintää tukevat tiedot. Analyysissä lähdettiin tutkimaan jokaisen lukion kurssin keskeisiä sisältöjä yksitellen verraten niitä taulukkokirjan kemian osuuden sisältämiin taulukoihin.

Ensimmäiseksi tarkasteltiin löytyykö taulukoista taulukoita, jotka sisältävät keskeisen sisällön kannalta välttämättömiä tietoja. Tällaisiksi tiedoiksi luokiteltiin tiedot, jotka

sisälsivät yleisesti numeerisia vakioita esimerkiksi: normaalipotentialit, happo- ja emäsvakiot, liukoisuustulo, suhteelliset atomimassat.

Seuraavaksi taulukoista etsittiin taulukot, jotka katsottiin tukevan soveltamista. Soveltamista tukevat taulukot valittiin keskeisen sisällön sisältämien käsitteiden perusteella. Soveltamista tukeviksi taulukoiksi luokiteltiin myös muistamista tukevat taulukot. Rajan vetäminen, mikä tieto on muistia tukeva ja mikä on soveltamista tukeva, on lähes mahdoton muodostaa ja tämän takia näitä ominaisuuksia tarkasteltiin kokonaisuutena.

Tämän luokan muodostamisessa hyödynnettiin Bloomin taksonomiaa. Muistia tukeviksi taulukoiksi katsottiin alemman tason ajattelun taitoja vaativat pääluokat muistaa ja ymmärtää. Muistia tukevaksi tiedoksi voidaan esimerkiksi luokitella alkuaineiden kemiallisten merkkien tunnistaminen ja ymmärtää kategoriaan liittämistä yhdisteiden molekyyli-rakenteiden päättely. Soveltamista tukeviksi taulukoiksi katsottiin ylemmän tason pääluokat soveltaa, analysoida, arvioida ja luoda. Soveltamista tukeviksi tiedoiksi katsottiin esimerkiksi laskukaavat. Analysoida-kategorian avulla taulukoista löydettiin ne taulukot, jotka edesauttavat tarvittavan tiedon erottamista tehtävän annosta esimerkiksi liukoisuustulon perusteella voidaan rajata tapahtuvia reaktioita. Osaa taulukoista voi myös hyödyntää arvioimiseen tarkastaessa esimerkiksi laskutehtävän vastauksen järkevyyttä. Taulukoiden tietojen perusteella on myös mahdollista muodostaa hypoteeseja. Hypoteesin muodostaminen voidaan katsoa luoda tasolle yltäväksi kognitiiviseksi prosessiksi.

Viimeiseksi tarkasteltiin löytyykö taulukoista vielä erikseen kemiallista merkintää tukevia taulukoita. Tällaisiksi katsottiin ne taulukot, jotka eivät olleet mahtuneet kahteen edelliseen luokkaan, mutta tarjosivat esimerkiksi esimerkkejä reaktioyhtälöiden kirjoittamiseen ja orgaanisten yhdisteiden rakennekaavojen kirjoittamiseen. Taulukko 3:ssa on esitelty kuinka ja millaisin perusteluin luokittelu toteutettiin.

Taulukko 3. Taulukossa on esitetty esimerkki taulukoiden luokittelusta suhteessa LOPS:iin kemian pakollisen ensimmäisen kurssin keskeisen sisällön "Erilaiset seokset, ainemäärä, pitoisuus" mukaan. Perustelussa sulkuihin on merkitty Bloomin taksonomian pääluokka, johon valintaperustelu perustuu.

Keskeinen sisältö	Taulukko	Perustelu
Erilaiset seokset, ainemäärä, pitoisuus	Vakioita s. 130	Soveltamista tukeva - antaa mahdollisuuden arvioida laskun vastauksen järkevyyttä (analysoi)
	Suureita s. 130	Soveltamista tukeva - palauttaa mieleen suureet, tunnuksot ja yksiköt (muistaa) - mahdollistaa laskutehtävän vastauksen järkevyyden arvioinnin yksikkö tarkastelun kautta (ymmärtää, analysoi)
	Laskukaavoja s. 131	Soveltamista tukeva - osaa soveltaa oikeaa laskukaavaa (soveltaa)
	Ilmakehän koostumus s. 145	Soveltamista tukeva - antaa esimerkin seoksesta (muistaa) - mahdollistaa laskutehtävän järkevyyden arvioinnin (analysoi)
	Kaasujen ominaisuuksia s.145	Soveltamista tukeva - antaa esimerkkejä seoksista (muistaa) - antaa esimerkkejä seos suhteista ja lämpötilan merkityksestä kaasujen liukoisuuteen (ymmärtää) - yhdistettävissä myös poolisuuteen (arvioi)
	Laimennustaulukko s.151	Soveltamista tukeva - antaa mahdollisuuden arvioida laskun vastauksen järkevyyttä (analysoi)
	Happo- ja emäsluosten pitoisuuksia ja tiheyksiä s. 152	Soveltamista tukeva - palauttaa mieleen pitoisuuden yksiköitä ja niiden suhteita (muistaa, ymmärtää) - antaa mahdollisuuden arvioida laskun vastauksen järkevyyttä (analysoi)
	Alkuaineiden suhteelliset atomimassat s. 161	Välttämätön tieto - löytyy ainemäärälaskussa tarvittava alkuaineen suhteellinen atomimassa (ymmärtää) - löytyy alkuaineiden suomenkielinen nimi ja niiden kemialliset merkit (ymmärtää)
	Alkuaineiden jaksollinen järjestelmä s. 167	Välttämätön tieto - löytyy ainemäärälaskussa tarvittava alkuaineen suhteellinen atomimassa (muistaa)

Ensimmäisen kurssin osalta laskukaavat olisi ollut mahdollista luokitella myös välttämättömiin tietoihin. Kurssin pakollisuus ja opiskelijoilla oletettavan pohjatiedon vähyys aiheutti ongelmia käytettävissä olevien taulukoiden luokitteluun. Ensimmäisen kurssin pohjalle valittujen taulukoiden ja niiden luokittelu vastaa kuitenkin muidenkin kurssien luokittelua. Käytettyjä alaluokkia käytettiin keskeisten sisältöjen oppimisessa käytettävien taulukoiden valitsemiseen ja tämän takia vastaaviin ristiriitoihin ei kiinnitetty huomiota.

6.5.2. Avointen kysymysten sisällönanalyysi

Lomaketutkimuksen avoimille kysymyksille tehtiin sisällönanalyysi. Analyysi aloitettiin vastausten pelkistämällä. Tällöin vastauksista poimittiin olennainen tieto ja karsittiin ja lyhennettiin vastaukset yhteen tai muutamaaan lauseeseen. Tämän jälkeen pelkistetty tieto ryhmiteltiin ja lopuksi ryhmät luokiteltiin. Luokittelussa pyrittiin löytämään selkeästi samankaltaisia käsitteitä kuvaavat ilmaukset ja niille pyrittiin luomaan vastausten käsitteitä kuvaava luokka. Analyysi noudatti aineistolähtöisen sisällönanalyysin mallia Milesin ja Hubermanin (1994) mukaan edeten kolmivaiheisena prosessina 1) aineiston pelkistäminen, 2) aineiston ryhmittely, 3) teoreettisten käsitteiden luominen. Avoimet vastaukset luettiin huolella useaan kertaan ennen analyysin aloittamista ja ryhmittely vaihe toistettiin kunnes se alkoi toistaa itseään eli kylläntyi. Seuraavassa tarkastellaan aineistoesimerkkien valossa analyysin kulkua.

6.5.2.1. Avoin kysymys ”Jotenkin muuten, miten”

Lomakkeessa oli mahdollisuus antaa vastaus kysymykseen taulukkokirjan opettamisesta ”Jotenkin muuten, miten?”. Avoimet vastaukset luokiteltiin neljään luokkaan: *tyhjä*, *opetustekninen ratkaisu*, *tilannesidonnaista oppimista tukeva ratkaisu* sekä *merkityksellistäminen*.

Tyhjiin vastauksiin luokiteltiin vastaukset, jotka oli jätetty tyhjiksi tai vastaus oli esimerkiksi *”Riippuu kovasti asiasta, mitä käsitellään”* tai *”En ymmärrä kolmatta virkettä”*.

Opetusteknisiin ratkaisuihin luokiteltiin vastaukset, jotka kuvasivat opettajan tekemiä opetuspäätöksiä, joihin ei liittynyt suoraan oppilasta ja/tai oppimista kuvaavia argumentteja. Näihin vastauksiin luokiteltiin esimerkiksi vastaukset:

"Tutustumme taulukkokirjaan kootusti kurssin alussa."

"Dokumenttikamera on korvaamaton!!"

"Kehotan oppilaita tutustumaan myös itsenäisesti taulukkokirjaan, jotta sitten tarvittaessa löytävät tarvittavat asiat."

Tilannesidonnaista oppimista tukevalla ratkaisulla kerättiin yhteen vastaukset, joissa kuvaillaan taulukkokirjan opetusta käytännön esimerkeillä. Vastauksissa pyritään esittämään kuinka aidoissa tilanteissa taulukkokirjan avulla voidaan löytää vastauksia ja esittää relevanteja hypoteeseja, joita voidaan testata. Pyrkimyksenä on luoda taulukoiden avulla ja taulukoiden käyttämisellä käsitteille käytännön pohja ja samalla opettaa oppilaille tiedonhakua ja tulkintaa osana luonnontieteitä. Näihin vastauksiin luokiteltiin esimerkiksi tällaisia vastauksia:

"Käytämme kirjaa joka tunti, myös käytännön labratöihin on aina lisätty osuus, jossa joutuu taulukkoa (tai nettiä) käyttämään. Tiedonhakutaidot on keskeinen taito luonnontieteissä. Osassa kursseja asiaa laajennetaan tietokoneavusteiseksi (rakennekaavojen piirto, kemikaalien käyttö esim kosmeettisissa aineissa, EU-sivut...)"

"Taulukkokirjaa käytetään tietolähteenä luokitteluiden. Pidän taulukkokirjan tiedoista tietovisan, jossa pitää yhdistellä tietoja."

Merkityksellistäminen-luokan nimenä voisi olla myös motivaation lisääminen, mutta silloin se ei kuvaisi yhtä hyvin tähän luokkaan asetettuja vastauksia. Tähän luokkaan on nostettu vastaukset, joissa taulukkokirja pyritään opettamaan joko muistin jatkeena, työvälineenä tai/ja Yo-kirjoituksissa sallittuna välineenä. Näihin vastauksiin luokiteltiin esimerkiksi tällaisia vastauksia:

"Minusta MAOL on oppilaita varten ja erityisesti YO kirjoituksia varten. Jos aiheeseen liittyvää materiaalia on MAOL:ssa, yritän muistaa kertoa siitä tunnin aikana."

"Opetan käyttämään taulukkoa asiayhteydessä ja vähentämään ulkoaopetteluun painetta."

"Opetan opiskelijoita käyttämään taulukkoa työ- ja apuvälineenä, mutta rohkaisten heitä myös omaan ajatteluun eli kaikkea ei voi taulukoista katsoa eikä voi ymmärtää, jos ei osaa tietoihin liittyviä asioita."

6.5.2.2. Avoin kysymys "Hyvät asiat"

Avoimissa kysymyksissä kysyttiin myös "Hyvät asiat". Kysymys kohdistettiin yleisesti MAOL-*taulukot* -kirjaan. Kysymystä ei rajattu koskevaksi pelkästään kemian osuutta taulukkokirjassa tai mitään yksittäistä taulukkokirjan ominaisuutta. Hyvät asiat luokiteltiin seuraavasti: *graafinen suunnittelu ja rakenne, lähdemateriaalin käytön opetteleminen, oppilaan tuki, tarvittavaa tietoa sisältävä sekä tyhjä.*

Opettajat, jotka olivat nähneet *graafisen suunnittelun ja rakenteen* taulukkokirjan hyvinä puolina, korostivat vastauksissaan kirjan selkeää rakennetta ja sen johdonmukaisuutta ja graafisia ratkaisuja. Näissä näkemyksissä näkyi myös se, että vaikka taulukkokirja sisältää paljon taulukkotietoa, on taulukot kyetty valikoimaan ja esittämään riittävässä laajuudessa tukien lukion kurseja. Esimerkkejä tähän luokkaan kuuluvista vastauksista:

"Selkeä, oleelliset asiat löytyvät helposti."

"Selkeät taulukot, helppo käyttää ja opettaa."

"värien käyttö selkeytti"

"Selkeät otsikot ja helposti luettavat taulukot, ei liikaa pikku tietoa."

"Kemian osuus sopivan suppea koulukäyttöön. Jos sivuja olisi lisää tulisi "elintärkeitä" asioita. Logiikka ja järjestys sivuissa hyvä."

Vastauksissa, jotka luokiteltiin luokkaan *lähdemateriaalin käytön opetteleminen*, nousi esiin opetussuunnitelma, tieteiden välisten rajojen häilyvyys sekä tiedon hankinnan ja hallinnan merkitys. Esimerkkejä tähän luokkaan kuuluvista vastauksista:

"Opettaa lähdemateriaalin käyttöön."

"Paljon keskeisiä asioita, joiden käytön osaaminen saattaa indikoida kemiallista ymmärtämistä."

"Tiivis paketti, jonka voi lukion opiskelija voi kohtuullisesti sisäistää viiden valtakunnallisen kurssin opiskelun aikana. Taulukkokirjan käyttö opettaa keskeistä tiedonhakua. Sen kautta voidaan välttää liiallista ulkoalukua."

Vastaukset, jotka luokiteltiin *oppilaan tuki* luokkaan, korostivat oppilasta. Vastauksista nousi esille taulukkokirja muistia tukevana välineenä. Vastauksissa taulukkokirja nähtiin myös oppilasta rohkaisevana välineenä ja kemiallista ajattelua tukevana teoksena. Esimerkkejä tähän luokkaan kuuluvista vastauksista:

"Poistaa turhaa ulkoaopettelua ja antaa oppilaille turvallisuuden tunnetta."

"Ulkoa opettelemista tulee vähemmän. Heikommatkin oppilaat uskaltavat valita useamman kemian kurssin, kun tietävät, että saavat kokeessa käyttää taulukkokirjaa."

"taulukon tiedot ovat pääosin tärkeitä, ja saavat oppilaat huomaamaan, että kemia on oppiaine, jossa ei tarvitse oppia juuri mitään 'ulkoa'"

Vastaukset, jotka luokiteltiin *tarvittavaa tietoa sisältävä* luokkaan, olivat tyypillisesti lyhyitä ja ottivat positiivisesti kantaa taulukoiden määrään esimerkiksi: *"Tietoa löytyy"*, *"Tarpeeksi tietoa"* ja *"Paljon asiaa!!"*.

6.5.2.3. Avoin kysymys "Kehittämiskohteita"

Avoimissa kysymyksissä kysyttiin myös "Kehittämiskohteita". Kysymys kohdistettiin yleisesti MAOL-taulukot -kirjaan. Kysymystä ei rajattu koskevaksi pelkästään kemian osuutta taulukkokirjassa tai mitään yksittäistä taulukkokirjan ominaisuutta. Opettajien mainitsemat kehittämiskohteet luokiteltiin seuraaviin luokkiin: *liikaa taulukoita, graafinen suunnittelu ja virheet, osa kemian tiedoista löytyy MAFY puolelta, lisää ja laajempia taulukoit sekä tyhjä*.

Luokka *liikaa taulukoita* muodostui kahdesta eri alaluokasta. Osa opettajista koki, että taulukkokirja on paisunut liian suureksi. Vastauksissa nähtiin, että taulukoita oli liikaa ja tämän takia taulukkokirjaa on vaikea käyttää ja hahmottaa. Toisaalta osan opettajien mielestä taulukkokirja sisälsi myös tietoja, jotka oppilaiden tulisi muistaa ulkoa. Nämä kaksi luokkaa yhdistettiin, koska molemmissa nähtiin, että taulukkokirjaa tulisi jatkossa supistaa. Esimerkkejä tähän luokkaan kuuluvista vastauksista:

"Turhiakin kaavoja."

"Taulukkokirjassa on paljon ns. turhia asioita eli asioita, joista ei lukio-opetuksessa ole kauheasti hyötyä. Voisi pohtia tietojen olennaisuutta. Kun joitakin arvoja muutetaan painoksesta toiseen olisi hyvä informoida opettajaa erikseen, jotta osaa ottaa asian huomioon (koskee esim. liukoisuustuloja, joista jotkut ovat muuttuneet)."

"Kirjassa jopa liikaa asioita, jotka pitäisi osata päätellä tai hallita, ei löydy taulukosta."

"Oppilaat eivät opettele juuri mitään ulkoa, kun "kaikki" löytyy taulukkokirjasta. "Työvälineet ja liekkivärit ovat mielestäni turhia."

Opettajat, jotka olivat nähneet graafisensuunnittelun ja virheet taulukkokirjan kehittämiskohteina, arvostelivat vastauksissaan taulukkokirjan sisältämiä graafisia ratkaisuita, rakenneta ja taulukkokirjan sisältämiä typografisia virheitä. Esimerkkejä tähän luokkaan kuuluvista vastauksista:

"Taulukoiden järjestys ja logiikka."

"Orgaanisten molekyylien kaavakuvat aiheuttavat aina hämmennystä opiskelijoissa."

"Ulkoasuväritys voi lisätä eri kohdissa (esim kompleksi-ioneissa teksti verenpunainen, taustaväritys)jne"

"Taulukkokirja sisältää yhä huomattavan määrän huonoja typografisia valintoja, suorastaan vääriä merkkejä ja ladontavirheitä. Yhtenä esimerkkinä pH:n laskukaavassa s. 131 oksoniumionin kaavassa O-kirjaimen tilalla on nolla. En tosin tiedä, onko nämä viimeisimpään painokseen korjattu. Samoin orgaanisten aineiden ominaisuuksia -taulukossa käytetty bentseenin rakennekaava harhaanjohtavuudessaan järkyttävä: kyseinen merkki ei ole säännöllinen kuusikulmio, vaikka oppilaille toivotetaan, että itse molekyyli on! Asiasisällöistä minulla ei ole valittamista."

Omaksi luokakseen nostettiin myös osa kemian tiedoista löytyy MAFY puolelta, koska osa opettajista oli nähnyt tämän asian taulukkokirjan hyvänä asiana. Osassa tähän luokkaan luokitelluissa vastauksissa näkyi, että tämä koetaan haastavaksi erityisesti opiskelijoille. Esimerkkejä tähän luokkaan kuuluvista vastauksista:

"Osa kemiaan liittyvistä asioista fysiikka osiossa."

"toisaalta opiskelijat eivät osaa hakea tietoja fy-osioista jos kemian tunti. Sisällysluetteloä voisi kehittää."

Tyhjiin vastauksiin luokiteltiin tyhjäksi jätetyt vastaukset ja esimerkiksi vastaukset: *"En jaksa miettiä", "Eipä juuri."* ja *"Eipä tule mieleen"*.

6.5.2.4. Avoin kysymys "YO-tehtävä"

Avoimena kysymyksenä oli myös "Mitä tietoja taulukkokirjasta voisi käyttää hyödykseen ratkaistessaan seuraavaa tehtävää?". Tehtäväksi oli valittu kemian yo-tehtävä (Syksy 2006, 7). Vastaukset luokiteltiin neljään luokkaan: *tyhjä, taulukkokirja tarpeeton, vastaus sekä vastauksessa huomioitu fysiikan puoli.*

Vastaukset, jotka luokiteltiin luokkaan *taulukkokirja tarpeeton*, ottivat kantaa siihen, että taulukkokirjan tietoja ei tähän kysymykseen vastaamiseen tarvita ja/tai oppilaalla tulisi olla tehtävän vastaamiseen tarvittava tieto ilman taulukkokirjaakin. Annetut vastaukset luokiteltiin kahteen eri ryhmään. Osassa vastauksissa oli huomioitu myös fysiikan puolelta löytyviä tietoja, osassa ei. Tämä valinta tehtiin, jotta vastauksia pystytään vertailemaan muihin kysymyksiin.

7. Tulokset

7.1. MAOL-taulukot kirjan keskeisten sisältöjen suhde lukion opetussuunnitelmaan

Lukion kemian opetussuunnitelman keskeisten sisältöjen perusteella MAOL-taulukot kirjan sisältämistä taulukoista välttämättömää tietoa sisältäviksi taulukoiksi nousivat taulukot, joiden sisältämä tieto oli lähinnä numeerista faktatietoa. Nämä taulukot olivat: vakioita, normaalipotentialeja, liukoisuustuloja, happovakioita, emäsvakioita, alkuaineiden suhteelliset atomimassat ja alkuaineiden jaksollinen järjestelmä. Vain 17 % taulukkokirjan kemian osuuden sisältämästä tiedosta voitiin luokitella opiskelijoille välttämättömiksi tiedoiksi, tiedoiksi, joiden ulkoa opettelu on joko mahdotonta tai luonnontieteiden opiskelua tukematonta.

Lukion kemian opetussuunnitelman keskeisiä sisältöjä tarkasteltaessa MAOL -taulukot kirjan sisältämiin taulukoihin, joihin on huomioitu myös soveltamista ja kemiallista merkintää tukevat tiedot, taulukkokirja näyttäytyy aivan erilaisena oppimateriaalina. Lähes kaikki taulukot voidaan liittää keskeisiin sisältöihin. Toisaalta myös taulukoita, jotka luokiteltiin sisältävän välttämättömiä tietoja, voitiin käyttää soveltamista ja kemiallista merkintää tukeviksi osassa keskeisiä sisältöjä. Biomolekyylejä-taulukko nousi yllättäen kaikista taulukoista käyttökelpoisimmaksi. Toisaalta biomolekyylit koostuvat viidestä eri taulukosta, joita ei ole erikseen analyysissä tutkittu, koska analyysi tehtiin sisällysluettelon pohjalle.

Eri taulukoiden käytettävyyden moodi oli 2, keskiarvo 4, keskihajonta 3,32. Suurin osa taulukoista oli käytettävissä käsiteltäessä kemian keskeisiä sisältöjä 1–8 kertaa ja yleisimmin yhtä taulukkoa pystyi hyödyntämään kaksi kertaa. Toisaalta biomolekyylejä kykeni käyttämään peräti 19 kertaa. (Kuva 6.) Biomolekyyliden käytettävyys perustuu niiden sovellettavuuteen. Niiden yhteydessä pyritään esittämään esim. sidosten luoma kolmiulotteellisuus, vetysidos, hapen ja typen elektronegatiivisuus orgaanisissa yhdisteissä.

7.2. MAOL-taulukot kirjan kehittyminen oppimateriaalina

Tutkimuksessa vertailtiin myös ylioppilastutkintolautakunnan hyväksymiä MAOL-taulukot kirjan kemian osuuden eri versioita. Taulukkokirjan sisältö on uudistunut neljästi ylioppilastutkintolautakunnan hyväksymänä, vuosina 1978, 1991, 1999 ja 2005. Uudistuksissa lisätyt taulukot ovat lisänneet taulukonkirjan käytettävyyttä. Vertailtaessa ensimmäistä 1978 versiota vuoden 2005 vuoden versioon käytettävyys on kasvanut 86 %. Suurin yksittäinen muutos on tapahtunut vuosien 1978 ja 1991 versioiden välillä, 58 %, kun taas pienin muutos on tapahtunut vuosien 1991 ja 1999 välillä, 4 %. Kuitenkin keskeisin muutos 1991 ja 1999 versioiden välillä on tapahtunut joidenkin taulukoiden sisältöjen välillä, sillä osa taulukoiden sisältämistä vakioarvoista on muuttunut. Viimeisimmän lukion opetussuunnitelman 2003 jälkeen taulukkokirja on uusittu vuonna 2005. Vuoden 2005 ja 1999 versioita vertailtaessa taulukkokirjan käytettävyys on kasvanut 13 %. (Taulukko 2.)

Lukion opetussuunnitelman (2003) kemian keskeisiä sisältöjä apuna käyttäen todettiin, että MAOL-taulukot 2005 versiota voitiin hyödyntää 190 kertaa, 1999 versiota 168 kertaa, 1991 versiota 161 kertaa ja 1978 versiota 102 kertaa. (Taulukko 4.)

Taulukko 4. Taulukossa on esitetty kurssikohtaisten keskeisten sisältöjen perusteella valittujen taulukoiden lukumäärä MAOL-taulukot kirjan eri painoksissa. Lisäksi taulukon alareunaan on laskettu maininnat yhteen.

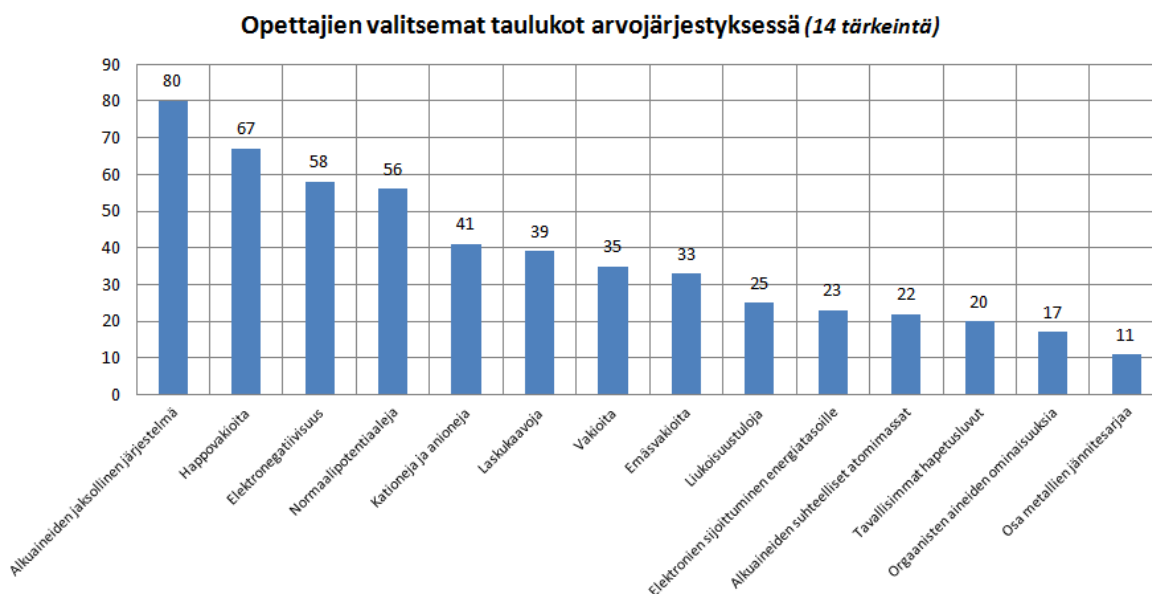
Keskeiset sisällöt	MAOL-taulukot			
	2005	1999	1991	1978
KE1				
Orgaanisia yhdisteryhmiä kuten hiilivetyjä, orgaanisia happiyhdisteitä, orgaanisia typpiyhdisteitä sekä niiden ominaisuuksia ja sovelluksia	12	7	7	3
Orgaanisissa yhdisteissä esiintyvät sidokset sekä poolisuus	8	5	5	2
Erilaiset seokset, ainemäärä, pitoisuus	9	9	9	4
Orgaanisten yhdisteiden hapettumis- ja pelkistymisreaktioita sekä protoninsiirtoreaktioita	-	-	-	-
KE2				
Alkuaineiden ominaisuudet ja jaksollinen järjestelmä	11	10	10	8
Elektroniverhon rakenne ja atomiorbitaalit	7	7	7	5
Hapetuslukujen määräytyminen ja yhdisteen kaava	13	13	12	8
Kemiallinen sidos, sidosenergia ja aineen ominaisuudet	14	14	13	9
Atomiorbitaalien hybridisoituminen ja orgaanisten yhdisteiden sidos- ja avaruusrakenne	-	-	-	-
Isomeria	-	-	-	-
KE3	-	-	-	-
Kemiallisen reaktion symbolinen ilmaisu	18	17	17	12
Epäorgaanisia ja orgaanisia reaktiotyyppejä, mekanismeja sekä sovelluksia	8	7	6	6
Stoikiometrisia laskuja, kaasujen yleinen tilanyhtälö	6	6	6	3
Energianmuutokset kemiallisessa reaktiossa	8	8	7	3
Reaktionopeus ja siihen vaikuttavat tekijät	-	-	-	-
KE4				
Sähkökemiallinen jännitesarja, normaalipotentiali, kemiallinen pari ja elektrolyysi	5	5	5	2
Hapettumis-pelkistymisreaktiot	4	4	4	4
Metallit ja epämetallit sekä niiden happi- ja vety-yhdisteet	32	28	27	18
Bio- ja synteettiset polymeerit, komposiitit	3	2	2	1
KE5				
Reaktiotasapaino	11	8	8	5
Happo-emästatasapaino, vahvat ja heikot protolyytit, puskuriliuokset ja niiden merkitys	13	10	10	6
Liukoisuus ja liukoisuustasapaino	8	8	7	3
Tasapainoon liittyvät graafiset esitykset	-	-	-	-
YHT	190	168	162	102

7.3. Opettajien näkemysten ja kirjan sisällönanalyysin vertailu

Opettajat valitsivat yhteensä 581 taulukkoa. Suurin osa opettajista oli valinnut viisi taulukkoa, mutta 6,5 % vastanneista oli valinnut 4–15 taulukkoa.

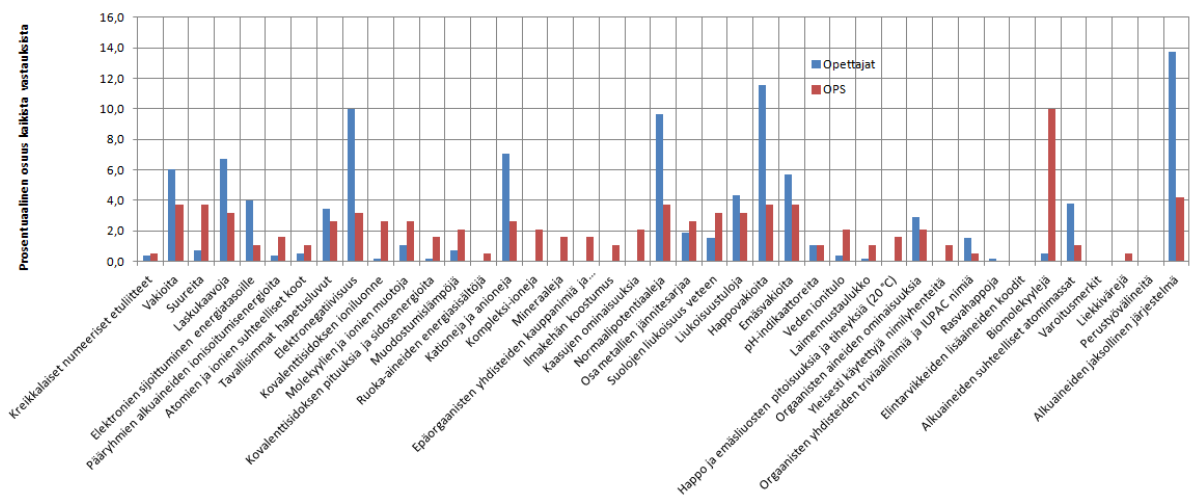
Vain 12 taulukkoa ei saanut yhtään mainintaa viideksi tärkeimmäksi taulukoksi 41:stä taulukosta (eli 30 %). 75 % vastanneista oli valinnut viiden tärkeimmän taulukon joukkoon, alkuaineiden jaksollisen järjestelmän. Tämä oli selkeästi eniten valittu taulukko. Viisi eniten mainintoja saanutta taulukkoa (alkuaineiden jaksollinen järjestelmä, happovakioita, elektronegatiivisuus, normaalipotentiaaleja sekä kationeja ja anioneja) keräsi kaikista valituista taulukoista, 581:stä, 302 valintaa eli 52 %. (Kuva 7.) Tästä huolimatta toisistaan poikkeavia valintakombinaatioita oli 98. Sama kombinaatio toistui vastauksissa maksimissaan kolme kertaa.

Taulukkokirjan sisällönanalyysissä välttämätöntä tietoa sisältäviin taulukoihin luokitellut taulukot (vakioita, normaalipotentiaaleja, liukoisuustuloja, happovakioita, emäsvakioita, alkuaineiden suhteelliset atomimassat ja alkuaineiden jaksollinen järjestelmä) nousivat myös opettajien eniten valitsemien taulukoiden joukkoon. Yhdeksän tärkeimmäksi nähdyn taulukon joukossa olivat kaikki kirja-analyysissä välttämätöntä tietoa sisältäviksi katsotut taulukot.



Kuva 7. Opettajien pyydettiin valitsemaan MAOL-*taulukot* kirjan kemian osuudesta viisi tärkeintä taulukkoa. Kuvaajassa on esitetty 14 eniten mainintoja saanutta taulukkoa, joista eniten mainintoja sai alkuaineiden jaksollinen järjestelmä (80 kpl).

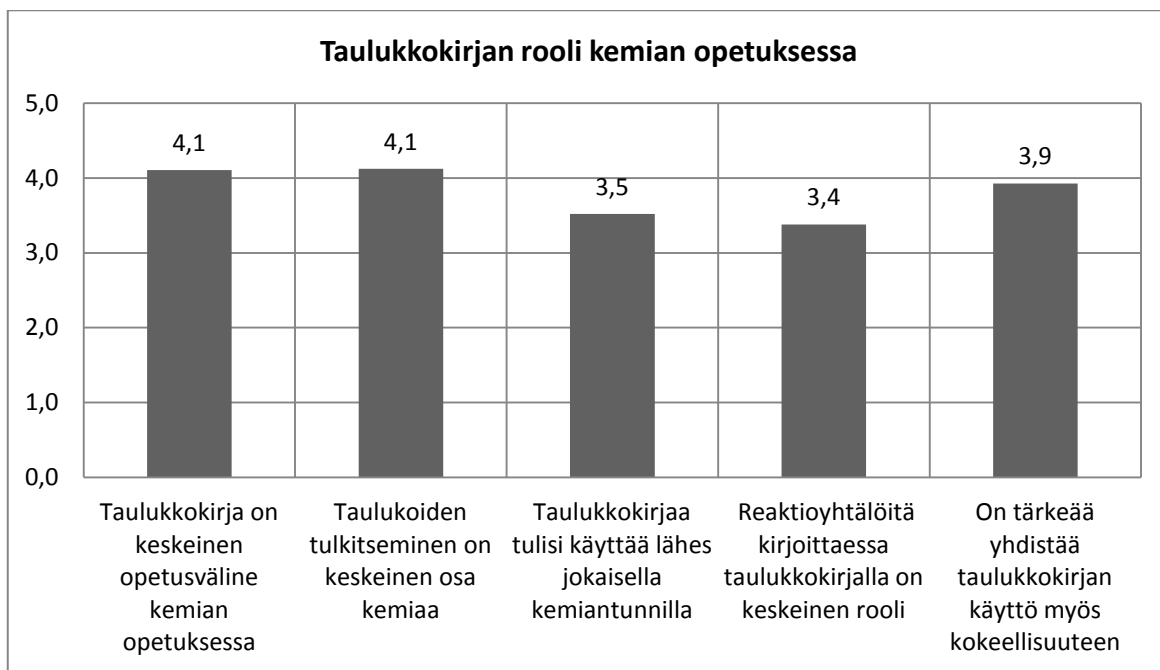
Sekä opettajien valitsemat taulukot että kirjan sisällönanalyysin perusteella nousseet taulukot jakaantuvat hyvin kattamaan taulukkokirjan kemian osuuden taulukot. Vertailu opettajien ja kirjan sisällönanalyysissä nousseiden taulukoiden välillä ei ole suoraan mahdollista, koska taulukoiden valintaperusteet eivät ole samat. Yleisesti kuitenkin voidaan sanoa, että kirjan sisällönanalyysissä tärkeinä pidetyt taulukot ovat myös opettajien mielestä tärkeimpiin kuuluvia taulukoita. Ainoana poikkeuksena voidaan mainita *biomolekyylejä*-taulukko, joka nousi kirjan sisällönanalyysissä keskeiseksi taulukoksi, mutta sai opettajilta vain kolme mainintaa 581:stä. (Kuva 8.)



Kuva 8. Kuvaajassa on vertailtu prosentiosuuksien avulla kirja analyysin ja opettajien valitsemaa (5 tärkeintä) taulukoita keskenään. Vaikka vertailu ei ole suoraan mahdollista, kuvaajasta voi selkeästi havaita, että MAOL-taulukot kirjan kemian osuuden taulukot tukevat kemian opetusta sekä analyysin että opettajien vastausten perusteella.

7.4. Syitä taulukkokirjan käytön opettamiseen

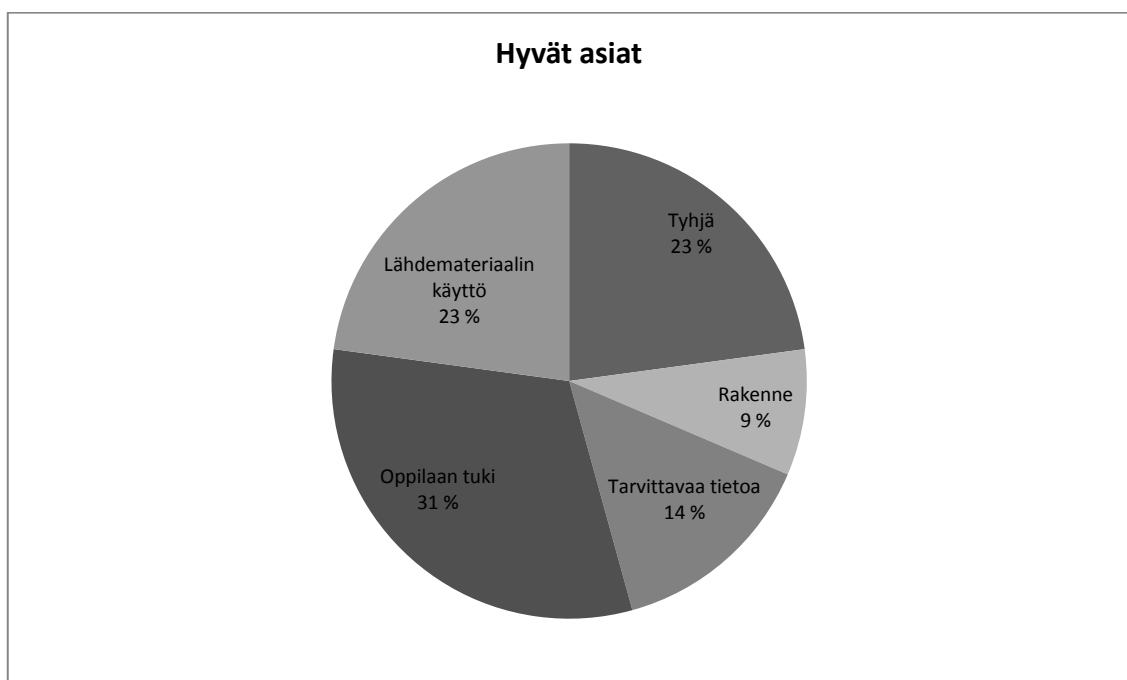
Taulukkokirjan rooli kemian opetuksessa nähtiin tärkeäksi. Taulukkokirja koettiin keskeiseksi opetusvälineeksi ja taulukoiden tulkitsemista pidettiin keskeisenä osana kemiaa. 78 % kyselyyn vastanneista opettajista oli joko täysin samaa mieltä tai jokseenkin samaa mieltä siitä, että taulukkokirja on keskeinen opetusväline kemian opetuksessa. 81 % vastanneista oli joko täysin samaa mieltä tai jokseenkin samaa mieltä siitä, että taulukoiden tulkitseminen on keskeinen osa kemiaa. 79 % vastanneista oli joko täysin samaa mieltä tai jokseenkin samaa mieltä siitä, että taulukkokirjan käyttö on tärkeää yhdistää myös kokeellisuuteen. Vastaukset jakaantuivat enemmän väitteiden, taulukkokirjaa tulisi käyttää lähes jokaisella kemiantunnilla ja reaktioyhtälöitä kirjoittaessa taulukkokirjalla on keskeinen rooli. Näidenkin vastausten moodi oli jokseenkin samaa mieltä. (Kuva 9.)



Kuva 9. Kuvaajassa on esitetty opettajien vastausten keskiarvo esitettyyn väitteeseen. Väitteeseen on voinut valita seuraavista vaihtoehdoista: 5 = täysin samaa mieltä, 4 = jokseenkin samaa mieltä, 3 = ei samaa eikä erimieltä, 2 = jokseenkin erimieltä, 1 = täysin erimieltä.

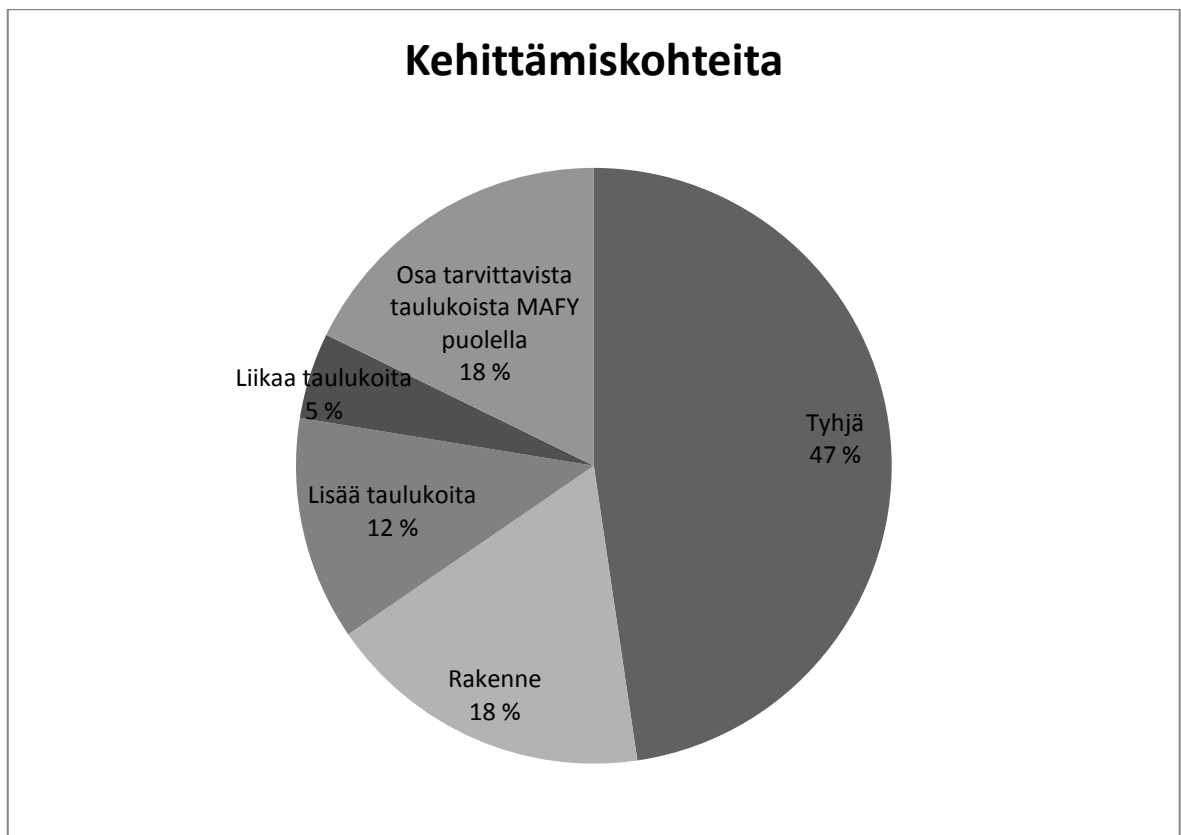
Opettajilta kysyttiin avoimessa kysymyksessä taululukkokirjan hyviä puolia. 23 % vastanneista ei vastannut tai nähnyt taululukkokirjassa hyviä asioita. Muut vastaukset oli luokiteltavissa seuraavasti: graafinen suunnittelu ja rakenne, oppilaan tuki, lähdemateriaalin käytön opetteleminen ja se, että taululukkokirja sisältää tarvittavaa tietoa. Nämä kaikki kohdat linkittyvät toisiinsa, mutta opettajien vastauksissa oli kuitenkin huomattavissa selkeästi erilaisia painotuksia, jotka vastaavat valittua luokittelua.

Graafinen suunnittelu ja rakenne oli 23 % vastanneista mielestä taululukkokirjan hyvä asia. 14 % vastanneista korosti avoimessa vastauksessaan MAOL-tilat -kirjan sisältämää tarvittavaa tietoa kommentoimatta tilojen asettelua, ulkonäköä tai sisältöä. 9 % opettajista näki taululukkokirjan rakenteen ja graafisen suunnittelun hyvänä. 23 % opettajista korosti lähdemateriaalin käyttöä. Useissa tähän luokkaan luokitelluissa vastauksissa korostettiin sitä, että osa kemiaan liittyvistä asioista löytyy taululukkokirjan fysiikan puolelta. Tämä vastaus voidaan nähdä myös kemiaan liittyvien ongelmien monialaisuutena. Näissä vastauksissa korostui myös yleisen opetussuunnitelman tavoitteet esim. lähdekriittisyydestä ja ainekohtaisesta tiedonhallinnasta. 31 % korosti vastauksissaan taululukkokirjan merkitystä oppilaalle. Näidenkin vastausten voidaan nähdä tukevan yleistä opetussuunnitelmaa, metakognitiivisten taitojen kehittämisen osalta. Kokonaisuutena voidaankin nähdä, että 54 % opettajista näkee taululukkokirjan hyväksi puoliksi sen, että se tukee suoraan osana opetussuunnitelmaa. (Kuva 10.)



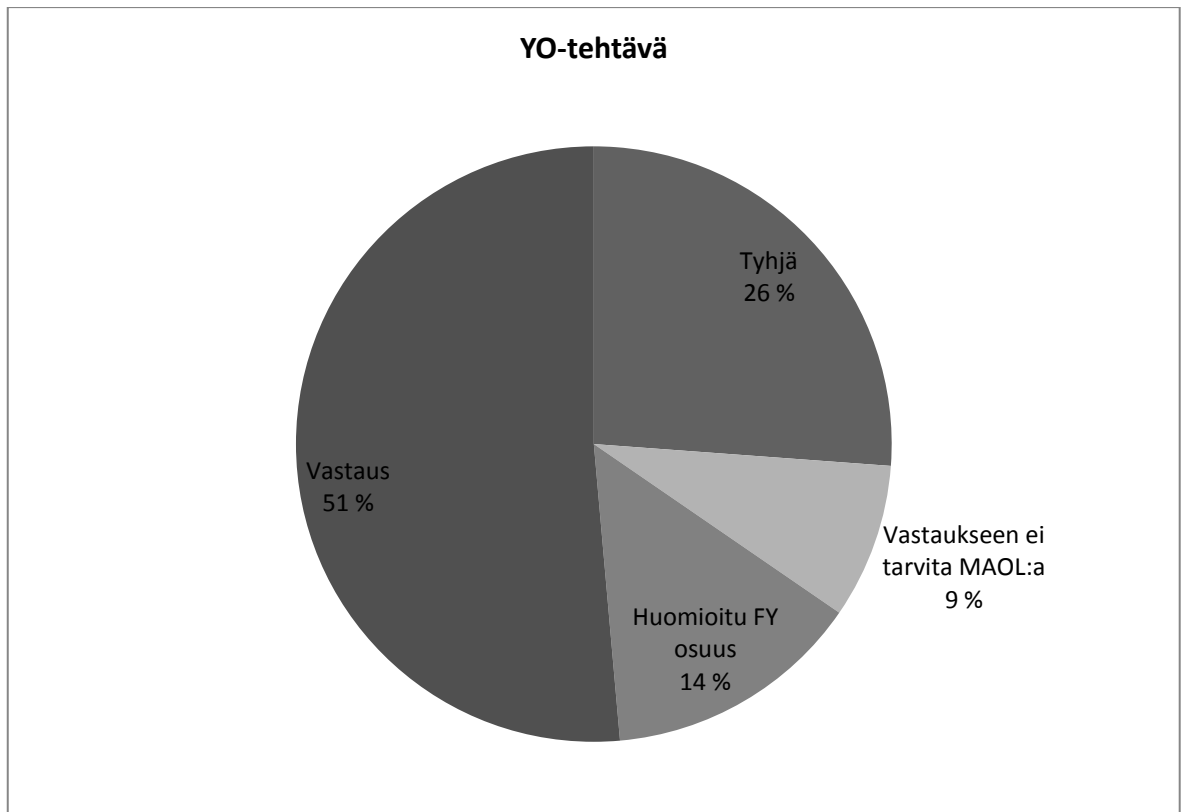
Kuva 10. lomakkeessa kysyttiin taululukkokirjan hyviä asioita. Avoimet vastaukset luokiteltiin kuvaajan mukaisiin luokkiin.

Kysyttäessä kehittämiskohteita 47 % vastanneista ei vastannut kysymykseen tai ei nähnyt sellaisia. 18 % vastanneista näki, että taulukkokirjan huono puoli on se, että osa kemiaan suoraan liittyvistä asioista löytyy matematiikan tai fysiikan osioista. Tämä asia on suorassa ristiriidassa opettajien löytämien hyvien puolien (lähdemateriaalin käyttö) suhteen. Toisaalta kehittämiskohteissa oli myös itsessään ristiriitaisuuksia. 5 % toivoi lisää taulukoita ja 12 % vastanneista tunsu, että taulukoita on liikaa. 18 % koki, että graafinen suunnittelu ja / tai rakenne oli MAOL-tyylinen kirjassa epäonnistunut. (Kuva 11.)



Kuva 11. Lomakkeessa kysyttiin taulukkokirjan kehittämiskohteita. Avoimet vastaukset luokiteltiin kuvaajan mukaisiin luokkiin.

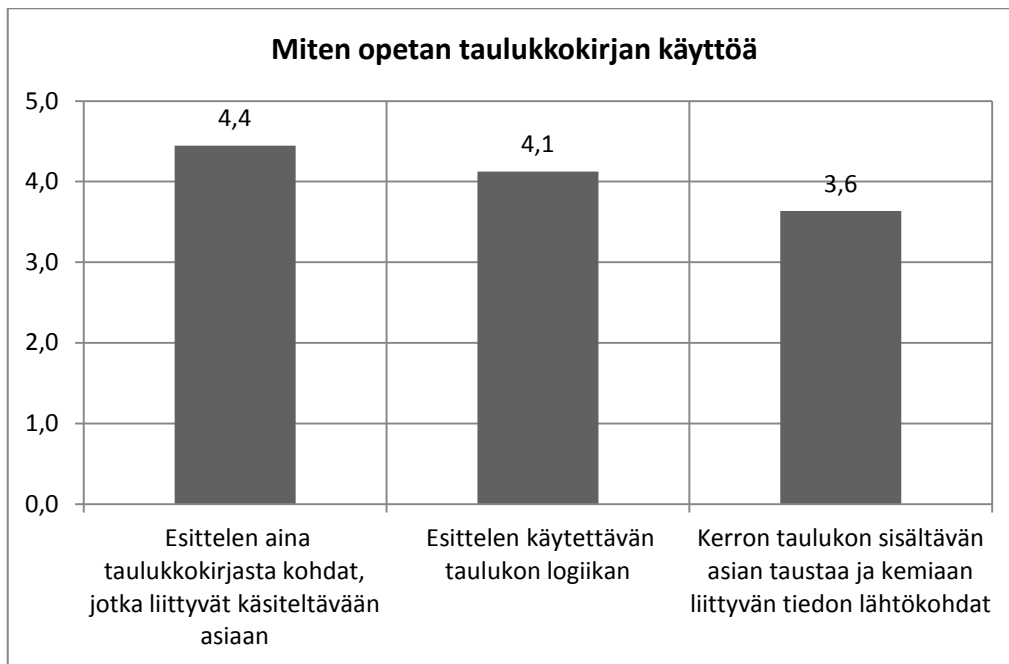
Opettajille annettiin myös mahdollisuus näyttää yo-tehtävän avulla, kuinka taulukkokirjaa pystyy hyödyntämään. 51 % oli vastannut tähän kysymykseen löytäen hyödynnettäviä taulukoita kemian osuudesta. 14 % vastanneista oli löytänyt hyödynnettäviä taulukoita myös fysiikan puolelta. 26 % vastanneista oli jättänyt vastaus mahdollisuuden käyttämättä. 9 % vastanneista ilmoitti vastauksessaan, ettei vastaukseen tarvita taulukkokirjaa. (Kuva 12.)



Kuva 12. Opettajille annettiin pohdittavaksi YO-tehtävä, kuinka taulukkokirjaa voisi hyödyntää vastausta tehdessä. Avoimet vastaukset luokiteltiin kuvaajan mukaisiin luokkiin.

7.5. Taulukkokirjan käytön opettaminen

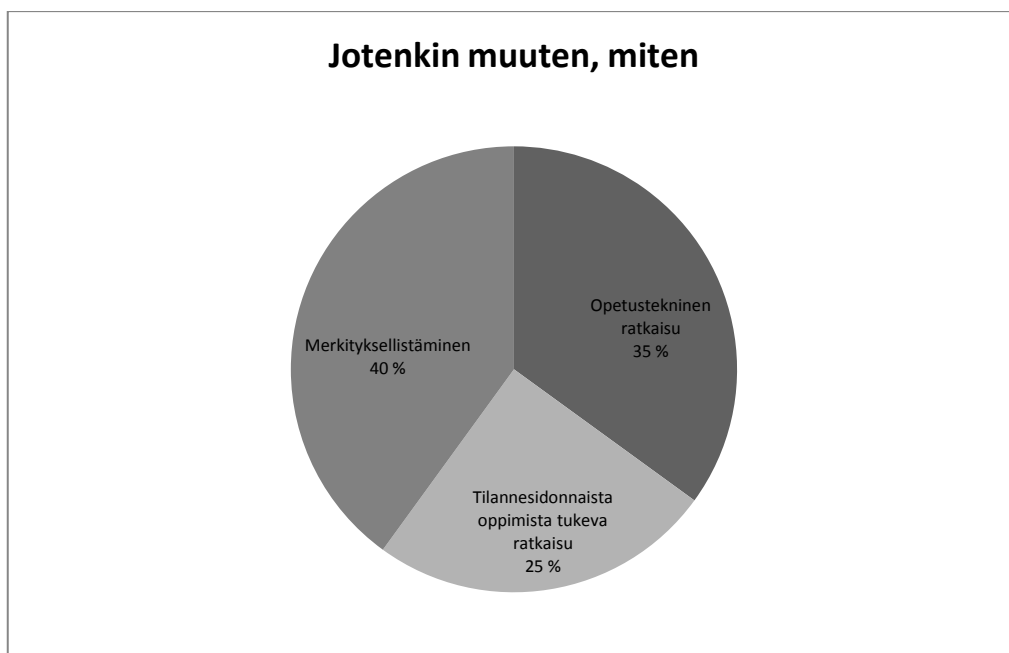
Vastanneista 90 % oli joko täysin samaa mieltä tai jokseenkin samaa mieltä väitteestä, että esittelen aina taulukkokirjasta kohdat, jotka liittyvät käsiteltävään asiaan. 75 % vastanneista oli joko täysin samaa mieltä tai jokseenkin samaa mieltä väitteestä, että esittelen käytettävän taulukon logiikan. Väitteen 'kerron taulukon sisältävän asiaan taustaa ja kemiaan liittyvän tiedon lähtökohdat' kohdalla keskihajonta oli suurempaa ja 58 % vastanneista oli joko täysin samaa mieltä tai jokseenkin samaa mieltä väitteestä. (Kuva 13.)



Kuva 13. Kuvaajassa on esitetty opettajien vastausten keskiarvo esitettyyn väitteeseen. Väitteeseen on voinut valita seuraavista vaihtoehdoista: 5 = täysin samaa mieltä, 4 = jokseenkin samaa mieltä, 3 = ei samaa eikä erimieltä, 2 = jokseenkin erimieltä, 1 = täysin erimieltä.

Opettajille esitettiin myös väite, "*haluaisin saada tukea taulukkokirjan käytön opettamiseen*". Tämän väitteen kohdalla vastaukset hajaantuivat paljon ja keskiarvo oli 2,4. Keskiarvon perusteella näyttäisi, ettei valtaosa opettajista tunne tarvitsevansa tukea taulukkokirjan käytön opettamisessa.

Suljettujen kysymysten lisäksi oli avoin vastauskohta "Jotenkin muuten". Avoimeen kysymykseen vastasi 19 % kyselyyn osallistuneista. Avointen kysymysten vastausten luokittelun perusteella nousi kolme vastausluokkaa: opetustekninen ratkaisu, tilannesidonnaista oppimista tukeva ratkaisu ja merkityskellistäminen. Vastaukset jakaantuivat seuraavasti: 40 % merkityskellistäminen, 35 % opetustekninen ratkaisu sekä 25 % tilannesidonnaista oppimista tukeva ratkaisu. (Kuva 14.)



Kuva 14. Opettajista 19 % vastasi avoimeen kysymykseen "jotenkin muuten, miten?". Avoimet vastaukset olivat luokiteltavissa kuvaajan esittämiin luokkiin.

8. Johtopäätökset

8.1. Tutkimuksen luotettavuus

Tutkimuksen luotettavuuden voidaan yleisesti nähdä nojautuvan hyvän tieteellisen käytännön noudattamiseen. Laadullisessa tutkimuksessa hyvään tieteelliseen käytäntöön voidaan nähdä kuuluvan tutkimuksen luotettavuus, uskottavuus ja eettinen hyväksyttävyys. (Launis, 2007.) Tutkimuksen luotettavuuteen vaikuttavat valitut menetöt ja niiden soveltuvuus suhteessa tutkimuskysymyksiin, teoriaan ja tuloksiin. Tutkimuksen kaikkien osa-alueiden on noudatettava hyvää tieteellistä tapaa, joka edellyttää rehellisyyttä ja tarkkuutta. (Kukkola & Kenakkala, 2013.) Tutkimuksen luotettavuutta tulisi tarkastella reliabelisuuden ja validiuden kannalta, mutta esimerkiksi Hirsjärvi et. al. (2007) pitävät tätä laadullisessa tutkimuksessa ongelmallisena. Tämän takia tutkimuksen luotettavuuteen vaikuttavia tekijöitä ei pyritä avaamaan näiden termien kautta.

Räsänen (2006) näkee, että tutkimusmenetelmien valinta laadullisessa tutkimuksessa on haasteellista ja että menetelmien käyttöä hankaloittaa se, että analyysitekniikat ovat pääosin standardisoimattomia. Hän näkee myös laadullisen tutkimuksen ongelman olevan yksinkertaistamisen, joka on aina osana luokittelua. Yhtenä ongelmana Räsänen näkee myös sen, että tutkimuskohteen määrittely tapahtuu suurelta osin vasta tiedonkeruuvaiheessa. Tästä seurauksena voidaan katsoa, että tulkinta on aina osittain mielivaltaista. Tähän vaikuttavia tekijöitä voidaan nähdä olevan esimerkiksi aineiston tiivistäminen ja esille tuodut merkitysrakenteet. Toisaalta Selkälä (2006) pyrkii vastineessaan luomaan edellä esitetyt ongelmat yleisiksi tutkimuksen luotettavuuteen vaikuttaviksi ongelmiksi.

Edellä esitettyihin luotettavuuden kannalta tärkeisiin tekijöihin on tutkimuksessa pyritty vastaamaan. Tutkimuksen kulku ja metodiset valinnat on pyritty kuvaamaan mahdollisimman tarkasti, jotta tutkimus olisi toistettavissa. Käytetyt analyysimenetelmät ja niiden käyttöön liittyvät lähtökohdat on kuvattu mahdollisimman tarkasti, jotta tutkimus antaisi luotettavan ja rehellisen kuvan luokitteluihin liittyvistä taustoista.

Tutkimus luo yhden näkökulman MAOL-taulukot -kirjan käytöstä ja mahdollisuuksista lukion kemian opetuksessa. Lomaketutkimuksesta saadut vastaukset eivät kuitenkaan ole yleistettävissä koskemaan MAOL-taulukot -kirjan roolia lukion kemian opetuksessa, koska otantajoukko on itsevalikoitunut. Vastaaminen e-lomakkeeseen oli vapaaehtoista ja

kysymyksissä pyrittiin noudattamaan hyvää eettistä tapaa. Vastanneista 60 %:lla pääaineena opiskellessaan oli ollut kemia ja 28 % vastanneista vaikutti opettavan sekä lukiossa että peruskoulussa.

Yhtenä luotettavuuden ongelmana tässä tutkimuksessa voidaan nähdä aikaisemman tutkimuksen puuttuminen. MAOL-taulukot -kirjaa ei ole aikaisemmin tutkittu lukion opetuksessa, joten saatuja tuloksia ei pystytty vertailemaan aikaisempaan tutkimukseen. Tämän takia, vaikka taulukkokirjan ja avointen kysymysten sisällönanalyysissä on pyritty objektiivisuuteen, taustalla ei voi olla vaikuttamatta tutkijan oma subjektiivinen näkemys taulukkokirjasta.

8.2. Johtopäätökset ja pohdinta

8.2.1. LOPS:n ja MAOL-taulukot -kirjan kemian osuuden suhde

Tutkimuksen tuloksena esitetään MAOL-taulukot -kirjan kemian osuuden sisällönanalyysin perusteella, että MAOL-taulukot -kirjan kemian osuuteen sijoitetut taulukot tukevat lukion kemian opetussuunnitelman sisältöjä kattavasti ja lähes jokaisen keskeisen sisällön opetuksessa voi hyödyntää taulukkokirjaa. Tämä tulos on saman suuntainen Turusen (2011) tutkimuksen kanssa, jonka mukaan oppikirjojen nähdään tukevan hyvin lukion opetussuunnitelman perusteita luonnontieteissä. Toisaalta tulosta arvioitaessa on huomioitava, että se olettaa opiskelijoiden kykenevän käyttämään Bloomin taksonomiassa korkeammantason ajattelutaidoiksi määriteltyjä taitoja. (ks. kpl 4.3. ja 6.5.1.) Analyysissä ei myöskään ole huomioitu, miten kemian kieli vaikuttaa taulukoiden käytettävyyteen. Johnstonen (1993) esittämät kemian tasojen (makro-, mikro- ja symbolitaso) välillä on analyysissä liikuttu sujuvasti, mikä ei kuitenkaan perusopiskelijalle ole itsestäänselvyys. Edellä esitetyillä kriittisillä huomioilla ei kuitenkaan pyritä kumoamaan tutkimuksen tuloksia vaan esittämään sen rajoituksia ja vaateita suhteessa taulukkokirjan opetukseen ja sen käytettävyyteen lukion kemian opetuksessa. Tämän tuloksen pohjalta olisikin tärkeää tutkia, kuinka opiskelijat käyttävät taulukkokirjaa ja mitkä tekijät aiheuttavat rajoitteita sen käyttöön sekä yltyvätkö opiskelijan taidot yleisesti korkeamman ajattelutason vaatimiin prosesseihin hänen käyttäessään taulukkokirjaa.

8.2.2. MAOL-taulukot kirjan kehittyminen oppimateriaalina

Gilbert (2006) näkee yhdeksi kemian opetuksen ongelmaksi opetussuunnitelman pirstaloitumisen, koska se pyrkii ja sille esitetään vaade, että sen tulisi huomioida tutkimuksenkin ajantasaisuus. Sama ilmiö oli havaittavissa myös tässä tutkimuksessa, jossa havaittiin, että kirjassa olevien taulukoiden käytettävyys oli kasvanut 86 % vuosien 1979 ja 2005 välillä. Kuitenkin taulukot, jotka määriteltiin välttämätöntä tietoa sisältäviksi, ovat olleet taulukkokirjassa vuodesta 1979 eli ensimmäisestä versiosta lähtien.

Se, mihin suuntaan taulukkokirjaa jatkossa kehitetään, vaatii huolellista pohdintaa. Taulukkokirjan sisältämien taulukoiden määrän kasvattaminen tukisi sitä näkökulmaa, että taulukkokirja nähdään lähdekirjallisuutena. Opetussuunnitelmassa esitetään vaatimus, että opiskelijoille tulisi opettaa tiedon- ja taidonalalle luonteenomaisia tiedonhankkimis- ja tiedontuottamistapoja. Tämä lähestymistapa tukisi opiskelijoita mahdollisesti heidän jatko-opinnoissaan. Koch (2001) näki, että luetun ymmärtämiskyky kehittyi ainekohtaisesti ja taulukkokirjan laajentuessa se vastaisi paremmin mahdollisissa jatko-opinnoissa eteen tulevaa lähdekirjallisuutta.

Taulukkokirjan toinen mahdollinen kehittämissuunta olisi lähteä kehittämään sitä oppikirjana. Tällöin taulukkokirjan sisältöjä olisi todennäköisesti rajattava ja sen rakennetta muutettava. Nykyisessä laajuudessaan taulukkokirja sisältää paljon käsitteitä, joiden yhteyksiä ei pyritä avaamaan. Kuitenkin Vygotskij (1982) teoksessaan Ajattelu ja kieli näkee, että asioilla tulee olla merkitys äidinkielessä ennen kuin sen pystyy hahmottamaan uudessa ympäristössä. Tämän asian huomioonottaminen saattaisi vaatia, että taulukkokirjassa esitettäisiin käsitteiden välisiä siltoja. Tämänkin kehittämissuuntaan perusteet löytyvät opetussuunnitelmasta sen sisältämään oppimisenäkemykseen nojautuen.

8.2.3. Opettajien näkemysten ja kirjan sisällönanalyysin vertailu

Tutkimuksessa välttämätöntä tietoa sisältäviksi taulukoiksi luokitellut taulukot nousivat myös opettajien valitsemien viiden tärkeimmän taulukon joukosta. Tämän perusteella voidaan olettaa, että osa taulukkokirjan sisältämistä taulukoista ovat kemian opetuksen ja oppimisen kannalta korvaamattomia. Analyysin perusteella taulukkokirjan nähtiin kattavan ja tukevan hyvin lukion kemian opetuksen opetussuunnitelman määrittelemien keskeisten sisältöjen oppimista. Myös lomakekyselyyn saadut vastaukset tukevat tätä näkökohtaa. Opettaja pyydettiin valitsemaan viisi tärkeintä taulukkoa kemian osuudesta (5/41) ja 52 %

valituista taulukoista oli viiden eniten vastatun joukossa ja vain 30 % taulukoista ei saanut mainintoja. Tästä huolimatta valintakombinaatiot poikkesivat toisistaan lähes aina (98 erilaista kombinaatiota 107 vastauksesta). Tämä kertoo myös siitä, kuinka erilaisilla näkökohdilla ja painotuksilla opettajat opettavat. Yksi taulukko tarjoaa aina vain yhdestä asiasta yhdenlaisen tiedon, mutta kemian tiedonhallinnasta riippuen se on sovellettavissa moniin erilaisiin käyttö- ja opetustarkoituksiin, esimerkiksi muodostumislämpöjen, elektronegatiivisuuden tai orgaanisten aineiden ominaisuuksien opettamiseen. Tulos viittaa myös siihen, etteivät opettajat itsekään tiedosta omia menetelmiään ja valintojaan, vaan ne pitkälti muodostuvat pedagogisesta sisältötiedosta, opettajuuteen valautuneesta hiljaisesta tiedosta, joka koostuu substanssitetiedosta ja pedagogisesta tiedosta (Tynjälä, 2004). Ei ole yhtä totuutta taulukkokirjan käytöstä opetusmateriaalina. Toisaalta tämä antaa myös viitteitä siitä, että tämä tutkimus kuvailee taulukkokirjan käytettävyyttä myös opettajien näkökulmasta.

8.2.4. Syitä taulukkokirjan käytön opettamiseen

Tutkimus ei anna kokonaisvaltaista kuvaa taulukkokirjan käytön opettamisesta, mutta kuvailee kuitenkin taulukkokirjan käyttöön ja opetukseen liittyvää problematiikkaa. Avoimissa vastauksissa esiintyneet ristiriidat kuvaavat tilannetta hyvin. Samoin myös taulukkokirjan sisällönanalyysi ja opettajien vastausten vertailu kuvailee kirjan kompleksisuutta. Toisaalta hyvänä asiana voidaan pitää, ettei kysytyillä taustamuuttujilla (pääaine, opetettavat aineet, opetusaika, opetusaika peruskoulussa) ollut korrelaatiota vastauksiin. Tämän tutkimuksen perusteella näyttäisi, ettei opettajan tausta vaikuta tapaan suhtautua taulukkokirjaan opetusmateriaalina. Täytyy kuitenkin muistaa, että tässä tutkimuksessa opettajien taustoja ei edes pyritty kartoittamaan tarkasti ja vastaajajoukko oli selvästi vinoutunut eikä vastaa kokonaiskuvaa.

Hyviksi asioiksi taulukkokirjassa 23 % vastanneista ilmoitti taulukkokirjan käytön lähdemateriaalina. Kehittämiskohteita kysyttäessä vastaajista 18 % mainitsi sen, että osa tarvittavista taulukoista löytyy fysiikan osiosta. 5 % vastanneista koki, että taulukoita on liikaa ja toisaalta 12 % halusi taulukoita lisää taulukkokirjaan. Vastaajista 18 % oli sitä mieltä, että taulukkokirjan rakennetta tulisi kehittää, mutta toisaalta 9 % vastanneista mainitsi taulukkokirjan rakenteen hyvissä asioissa. Edellä esitetyt ristiriidat tuntuvat kuvailevan kahta erilaista näkökulmaa.

Vaikka opetussuunnitelman perusteissa ei suoraan määritellä taulukkokirjan käytön opettamista, avointen kysymysten vastausten perusteella opetussuunnitelma näyttäisi kuitenkin olevan syy sen opettamiseen. Vastauksista nousee kaksi selkeästi erottuvaa teemaa: kemian kielen tunnistaminen ja käyttäminen sekä metakognitiivisten taitojen kehittäminen. Lomakkeen kysymykset eivät pyrkineet ohjaamaan vastauksia kumpaankaan suuntaan, joten voidaan katsoa, että annetut vastaukset kuvaavat taulukkokirjan opettamisen syitä hyvin. Osa vastaajista näyttäisi perustavan taulukkokirjan käytön opettamisen suoraan opetussuunnitelman yleisen osuuden, jossa kuvataan oppimisen yleisiä ehtoja, varaan ja näin tukevan opetussuunnitelman pohjana olevaa konstruktivistista oppimisnäkemystä. Toiset vastaajat puolestaan korostivat taulukkokirjan asemaa lähdekirjallisuutena, mikä oletettavasti liittyy ainekohtaisen kielen tuntemukseen. Opetussuunnitelmassa oppimisnäkemys kuvaillaan hyvinkin tarkasti verrattuna siihen, kuinka ainekohtainen lukutaito kuvaillaan - sitä sivutaan yhdellä virkkeellä LOPS:n sivulla 14. Kuitenkin on osoitettu, että jokaisella spesifisellä aineella on oma luetunymmärtämisen vaatimuksensa. (Koch, 2001).

8.2.5. Taulukkokirjan käytön opettaminen

Opettajien mukaan taulukoiden tulkitseminen on keskeinen osa kemian opiskelua ja he näkevätkin taulukkokirjan keskeisenä opetusvälineenä. Opettajat kokevat myös, että on tärkeää yhdistää taulukkokirjan käyttö kokeellisuuteen. Tässä valossa voisi olettaa, että taulukkokirjan käyttöä pyrittäisiin opettamaan monipuolisesti ja taulukkokirjan sisäisiä rakenteita ja käsitteiden välisiä merkityssuhteita korostaen.

Opettajat väittävät esittelevänsä taulukkokirjasta kohdat, jotka liittyvät käsiteltävään asiaan ja suurin osa opettajista koki myös esittelevänsä käytettävän taulukon logiikan. Avoimessa vastauskohdassa oli mahdollisuus kuvailla tarkemmin taulukkokirjan käytön opettamista. Vaikka opettajat näkevät taulukkokirjan keskeisenä opetusvälineenä, siitä huolimatta vain 19 % vastasi avoimeen kysymykseen, johon olisi voinut kuvailla tarkemmin taulukkokirjan opetuksessa käyttämiään menetelmiä. Tämän perusteella voidaan olettaa, ettei taulukkokirjan käytön opetus ole kovin monipuolista ja huomioi erilaisia oppijoita.

Avoimissa vastauksissakin 35 % vastaajista kuvaili jotain mekaanista tapaa opettaa taulukkokirjan käyttöä, joten kaiken kaikkiaan kaikista vastanneista vain 12 % esitti käyttävänsä opetusmenetelmiä, joissa huomioitiin oppimistapahtuman moniulotteisuus. Tämän tuloksen pohjalta voi epäillä, etteivät opettajat näe tai yritä sanoittaa hiljaista

tietoaan siitä, kuinka he itse käyttävät taulukkokirjaa vaan pitävät sitä itsestään selvänä tietona myös opiskelijoiden keskuudessa. Näen, että jatkossa olisikin tärkeää todeta, ettei edellä esitetty huomio päde ja toisaalta, jos esitetty ongelma on todellinen niin pyrkiä ratkaisemaan se ja yhtenäistää taulukkokirjan opetusta joko määrittelemällä se opetussuunnitelmassa ja/tai kehittämällä oppilaille ja opettajille materiaalia, jonka avulla kaikilla olisi yhtäläiset mahdollisuudet käyttää taulukkokirjaa hajautetun kognition välineenä.

Ylioppilastutkinto halutaan liittää yhä monipuolisemmin osaksi jatko-opiskelupaikkojen sisäänottoperusteita. Taulukkokirjaa saa käyttää kemian YO-kokeessa. Tämä on mielestäni yksi merkittävä syy siihen, että taulukkokirjan käytön opettamista pitäisi pyrkiä yhdenmukaistamaan tai vaihtoehtoisesti taulukkokirjan käytöstä YO-kokeessa pitäisi luopua kokonaan. Lisää painetta opetukseen kehittämiseen aiheuttaa verkkopohjainen materiaali (sähköinen MAOL-tilit) ja YO-kokeen kehittymistavoitteet sähköistä koetta kohti.

Lähteet

- Aksela, M. (2005). *Supporting meaningful chemistry learning and higher-order thinking through computer-assisted inquiry : A design research approach*. Helsinki: University of Helsinki.
- Aksela, M., & Karjalainen, V. (2008). *Kemian opetus tänään : Nykytila ja haasteet suomessa*. Helsinki: Kemian opetuksen keskus, kemian laitos.
- Aksela, M., & Juvonen, R. (1999). *Kemian opetus tänään*. Helsinki: Opetushallitus.
- Alastalo, M. (2005). *Metodisuhdanteiden mahti : Lomaketutkimus suomalaisessa sosiologiassa 1947-2000*. Tampere: Vastapaino.
- Alasuutari, P. (1994). *Laadullinen tutkimus* (2., uud. p. ed.). Tampere: Vastapaino.
- Anderson, L. (2002). Benjamin Samuel Bloom (1913-1999) - obituary. *American Psychologist*, 57(1), 63-63. doi:10.1037//0003-066X.57.1.63
- Anderson, L. W. (2002). Curricular alignment: A re-examination. *Theory into Practice*, 41(4), 255–264. doi:10.1207/s15430421tip4104_9
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing : A revision of bloom's taxonomy of educational objectives*. New York: Longman.
- Asetus (A 995/2002 7§, 8§) Valtioneuvoston asetus lukiolaissa tarkoitetun koulutuksen yleisistä valtakunnallisista tavoitteista ja tuntijaosta
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020955?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=lukio#highlight2>
- Boiral, O. (2002). Tacit knowledge and environmental management. *Long Range Planning*, 35(3), 291–317.
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (1994). *Handbook of qualitative research*. Thousand Oaks: Sage.
- Dumbrajs, S., & Keinonen, T. (2009). Teacherhood perspectives among beginning teachers: Class teachers in the science classroom. *International Journal of Learning*, 16(6), 117-127. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ehh&AN=47479289&site=ehost-live&scope=site>
- Eisner, E. (2000). Benjamin Bloom. *UNESCO: International Bureau of Education*, (3), 1–7.

- Eskola, J., & Suoranta, J. (1998). *Johdatus laadulliseen tutkimukseen*. Tampere: Vastapaino.
- Gabel, D. (1999). Improving teaching and learning through chemistry education research: A look to the future. *Journal of Chemical Education*, 76(2–4), 548–554.
- Gilbert, J. K. (2006). On the nature of "context" in chemical education. *International Journal of Science Education*, 28(9), 957–976. doi:10.1080/09500690600702470
- Godenhjelm, P. (2002). Kysymysjärjestys vaikuttaa vastaukseen. *Hyvinvointikatsaus*, 4, 44–45.
- Hakkarainen, K. (2006). Kollektiivinen älykkyys. Paper presented at the Mensan juhlaviikon tilaisuudessa, Vernissa, Tikkurila.
<http://www.helsinki.fi/science/networkedlearning/material/KaiHakkarainenKollektiivinen.pdf>.
- Hakkarainen, K., Lonka, K., & Lipponen, L. (2004.). *Tutkiva oppiminen : Järki, tunteet ja kulttuuri oppimisen sytyttäjinä* (6. uud. p. ed.). Helsinki: WSOY.
- Harlen, W., & Holroyd, C. (1997). Primary teachers' understanding of concepts of science: Impact on confidence and teaching. *International Journal of Science Education*, 19(1), 93–105.
- Hashweh, M. Z. (1987). Effects of subject-matter knowledge in the teaching of biology and physics. *Teaching and Teacher Education*, 3(2), 109–120.
- Hedlund, J., Forsythe, G. B., Horvath, J. A., Williams, W. M., Snook, S., & Sternberg, R. J. (2003). Identifying and assessing tacit knowledge understanding the practical intelligence of military leaders. *Leadership Quarterly*, 14(2), 117–140.
- Heinonen, J. (2005). *Opetussuunnitelmat vai oppimateriaalit : Peruskoulun opettajien käsityksiä opetussuunnitelmien ja oppimateriaalien merkityksestä opetuksessa*. Helsinki: Helsingin yliopisto, soveltavan kasvatustieteen laitos.
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2007. Tutki ja kirjoita. (13. uud. p. ed.). Helsinki: Tammi.
- Holme, T. (2003). Assessment and quality control in chemistry education. *Journal of Chemical Education*, 80(6), 594–596.
- Johnstone, A. H. (1993). The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. *Journal of Chemical Education*, 70(9), 701–705.

- Kärnä, P., Houtsonen, L., & Tähkä, T.,. (2012). *Luonnontieteiden opetuksen kehittämishaasteita 2012*. Helsinki: Opetushallitus.
- Kervinen, M., Korpela, R., Mustonen, L., Haavisto, A., Soininen, M., Varho, K., Seppänen, R. (1992). *Matematiikka* (1.-9. uud. p. ed.). Helsingissä: Otava.
- King, K., Shumow, L., & Lietz, S. (2001). Science education in an urban elementary school: Case studies of teacher beliefs and classroom practices. *Science Education*, 85(2), 89–110.
- Koch, A. (2001). Training in metacognition and comprehension of physics texts. *Science Education*, 85(6), 758–768. doi:10.1002/sce.1037
- Krathwohl, D. R. (2002). A revision of bloom's taxonomy: An overview. *Theory into Practice*, 41(4), 212–218.
- Kukkola, J. & Kenakkala, R. 2013. Tutkimustoiminnan eettisistä periaatteista. Tutkimuksen työkalupakki. Oulun yliopisto.
<https://wiki oulu.fi/pages/viewpage.action?pageId=10063428>
- Laaksonen, S. (2013). *Surveyymetodiikka : Aineiston kokoamisesta puhdistamisen kautta analyysiin* (2. painos. ed.). Holstebro: Ventus Publishing.
- Lampiselkä, J. (2003). *Demonstraatio lukion kemian opetuksessa*. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto.
- Launis, V. (2007) Tutkimuksen eettinen ennakkoarviointi- mitä se on. *Tieteessä tapahtuu* 1, 28–33.
- Lehto, J. E. (2005). Konstruktivismi peruskoulun didaktiikan ohjenuoraksi? *Kasvatus*, 1, 7–19.
- Liu, X., Zhang, B., Liang, L. L., Fulmer, G., Kim, B., & Yuan, H. (2009). Alignment between the physics content standard and the standardized test: A comparison among the united states-new york state, singapore, and china-jiangsu. *Science Education*, 93(5), 777–797. doi:10.1002/sce.20330
- LOPS. (2003.). *Lukion opetussuunnitelman perusteet 2003 elektroninen aineisto : Nuorille tarkoitettun lukiokoulutuksen opetussuunnitelman perusteet*. Helsinki: Opetushallitus.
- Mulholland, J., & Wallace, J. (2005). Growing the tree of teacher knowledge: Ten years of learning to teach elementary science. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(7), 767–790.

- Murphy, K., Holme, T., Zenisky, A., Caruthers, H., & Knaus, K. (2012). Building the ACS exams anchoring concept content map for undergraduate chemistry. *Journal of Chemical Education*, 89(6), 715–720. doi:10.1021/ed300049w
- POPS. (2004.). *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2004 elektroninen aineisto : Oppivelvollisille tarkoitettun opetussuunnitelman peruseet : Perusopetukseen valmistavan opetuksen opetussuunnitelman perusteet : Lisäopetuksen opetussuunnitelman perusteet*. Helsinki: Opetushallitus.
- Räsänen, P. (2006). Tulkintaan liittyvän mielivallan ratkaisuyrityksiä kvalitatiivisessa analyysissä. *Janus*, 14(2), 167–173.
- Rauste-von Wright, M., Wright, J. v., & Soini, T. (2003). *Oppiminen ja koulutus* (9. uud. p. ed.). Helsinki: WSOY.
- Roehrig, G. H., Kruse, R. A., & Kern, A. (2007). Teacher and school characteristics and their influence on curriculum implementation. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(7), 883–907. doi:10.1002/tea.20180
- Saariluoma, P., Kamppinen, M., & Hautamäki, A. (2001). *Moderni kognitiotiede*. Helsinki: Gaudeamus.
- Selkälä, A. (2006). Mahdollistaako survey todella aineiston yhteismitallisuuden? *Janus*, 14(4), 419–421.
- Seppänen, R. (1979). *Matematiikka, fysiikka, kemia : Taulukot* (6. p. ed.). Helsingissä Helsinki: Otava.
- Seppänen, R. (1999.). *MAOL-taulukot : Matematiikka, fysiikka, kemia* (1. uud. p. ed.). Helsingissä: Otava.
- Seppänen, R., Kervinen, M., Parkkila, I., Karkela, L., & Meriläinen, P. (2005). *MAOL-taulukot : Matematiikka, fysiikka, kemia* (1. uud. p. ed.). Helsingissä: Otava.
- Seppänen, R., Kervinen, M., & Karkela, L. (2008). MAOL-taulukot 30 vuotta! *Dimensio*, 5, 13–14, 15.
- Tikkanen, G. (2010). *Kemian ylioppilaskokeen tehtävät summatiivisen arvioinnin välineenä*. Helsinki: G. Tikkanen.
- Tippins, D. J., & Tobin, K. G. (1993). Ethical decisions at the heart of teaching: Making sense from a constructivist perspective. *Journal of Moral Education*, 22(3), 221.
Retrieved from
<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ehh&AN=9409210645&site=ehost-live&scope=site>

- Toivonen, V., & Asikainen, R. (2004). *Yrityksen hiljainen osaaminen - kehittämisen uusi taso*. Helsinki: ai-ai OY.
- Töttö, P. (2004). *Syvällistä ja pinnallista : Teoria, empiria ja kausaalisuus sosiaalitutkimuksessa*. Tampere: Vastapaino.
- Tuomi, J., & Sarajärvi, A. (2009). *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi* (5., uud. laitos. ed.). Helsinki: Tammi.
- Turunen, H., Herajärvi, S., Kupiainen, S., Pirkkalainen, L., Syyrakki, S., Virtanen, V., Ohranen, S. (2011). *Lukiokoulutuksen opetussuunnitelman perusteiden ja tuntijaon toimivuuden arviointi*. Jyväskylä: Koulutuksen arviointineuvosto.
- Tynjälä, P. (2004). Asiantuntijuus ja työkuulttuurit opettajan ammatissa. *Kasvatus*, 35, 174–190.
- Tynjälä, P. (1999). *Oppiminen tiedon rakentamisena : Konstruktivistisen oppimiskäsityksen perusteita*. Helsinki: Kirjayhtymä.
- Vygotskij, L. S. (1982). *Ajattelu ja kieli*. Espoo: Weilin+Göös.
- Vygotskij, L. S., & Cole, M. (1978). *Mind in society : the development of higher psychological processes*. Cambridge: Harvard University Press.
- YTL (Ylioppilastutkintolautakunta) (2011). Reaaliaineiden kokeiden määräykset ja ohjeet http://www.ylioppilastutkinto.fi/images/sivuston_tiedostot/Ohjeet/Koekohtaiset/fi_ma_araykset_reaaliaineet.pdf [Viitattu 20.1.2014].
- Zhou, Y. J. (2004). An empirical study of shop floor tacit knowledge acquisition in chinese manufacturing enterprises. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 34(4), 249–261.

Liitteet

Liite A: MAOL-taulukot (KE1)

KE1	MAOL-taulukot			
Keskeiset sisällöt	2005	1999	1991	1978
Orgaanisia yhdisteitä kuten hiilivetyjä, orgaanisia happiyhdisteitä, orgaanisia tyyppiyhdisteitä sekä niiden ominaisuuksia ja sovelluksia	Orgaaniset aineet 153-155	x	x	x
	Yleisesti käytettyjä nimi lyhenteitä 156	+	x	
	Orgaanisten yhdisteiden triviaalinimiä ja IUPAC-nimiä 156	x	x	
	Rasvahappoja 156			
	Luonnon aminohappojen nimiä ja kolmi- sekä yksikirjaimiset lyhenteet 157			
	Hiilihydraatteja 157			
	DNA:n ja RNA:n emäkset 158			
	DNA:n rakenne 158			
	Kreikkalaiset numeeriset etuliitteet 130	+	+	
	Happovakioita 149	x	x	x
	Emäsvakioita 150	x	x	x
Fysiikka: 77, 78, 88, 91, 95, 95				
Orgaanisissa yhdisteissä esiintyvät sidokset sekä poolisuus	Elektronegatiivisuus 137	+	+	+
	Kovalenttisiidoksen ioniluonne 137	+	+	
	Molekyylien ja ioneiden muotoja 138	+	+	
	Kovalenttisiidoksen pituuksia ja sidosenergioita 139	+	+	
	Orgaaniset aineet 153-155	x	x	x
	Hiilihydraatteja 157			
	DNA:n ja RNA:n emäkset 158			
	DNA:n rakenne 158			
Fysiikka: 66, 67, 68, 69, 78, 81, 84				
Erilaiset sidokset, ainemää, pitoisuus	Suureita 130	+	+	
	Vakioita 130	+	+	
	Laskukaavoja 131	x	x	
	Alkuaineiden suhteelliset atomimassat 161	+	+	+
	Alkuaineiden jaksollinen järjestelmä 167	+	+	+
	Ilmakehän koostumus 145	+	+	
	Kaasujen ominaisuuksia 145	x	x	x
	Laimennus taulukko 151	+	+	
	Happojen ja emästen pitoisuuksia ja tiheyksiä 152	+	+	x
	Fysiikka: 66, 67, 68, 69, 78, 81, 84,98,102			
Orgaanisten yhsisteiden hapettumis- ja pelkistymisreaktioita sekä protoninsiirtoreaktioita sekä protoninsiirtoreaktioita				

Liite B: MAOL-taulukot (KE2)

KE2	MAOL-taulukot			
	2005	1999	1991	1978
Keskeiset sisällöt				
Alkuaineiden ominaisuudet ja jaksollinen järjestelmä	Vakioita 130	+	+	
	Suureita 130	+	+	
	Elektronien sijoittuminen energiatasoille 132-133	+	+	+
	Pääryhmien alkuaineiden ionisoitumisenergiat 134	x	x	x
	Elektronegatiivisuus 137	+	+	+
	Kationeja ja anioneita 141	+	+	x
	Normaalipotentiaaleja 146	+	+	+
	Osa metallien jännitesarjaa 146	+	+	+
	Alkuaineiden suhteelliset atomimassat 161	+	+	+
	Liekkivärejä 165			
	Alkuaineiden jaksollinen järjestelmä 167	+	+	+
Fysiikka: 72, 87, 91, 93, 96, 100, 102				
Elektroniverhon rakenne ja atomiorbitaalit	Elektronien sijoittuminen energiatasoille 132-133	+	+	+
	Atomien ja ioneiden suhteelliset koot 134	+	+	+
	Kovalenttisisidoksen ioniluonne 137	+	+	
	Molekyyliden ja ioneiden muotoja 138	+	+	
	Kompleksi-ioneita 142	+	+	+
	Alkuaineiden jaksollinen järjestelmä 167	+	+	+
	Elektronegatiivisuus 137	+	+	+
Hapetuslukujen määräytyminen ja yhdisteen kaava	Tavallisimmat hapetusluvut 136	+	+	x
	Molekyyliden ja ioneiden muotoja 138	+	+	
	Kationeja ja anioneita 141	+	+	x
	Mineraaleja 143	+	+	
	Kompleksi-ioneita 142	+	+	+
	Epäorgaanisten yhdisteiden kauppanimiä ja koostumuksia 144	+	+	
	Ilmakehän koostumus 145	+	+	
	Kaasujen ominaisuuksia 145	x	x	x
	Suolojen liukoisuus veteen 147	+		
	Liukoisuustuloja 148	x	x	x
	Happovakioita 149	x	x	x
	Emäsvakioita 150	x	x	x
	Alkuaineiden jaksollinen järjestelmä 167	+	+	+
Kemiallinen sidos, sidosenergia ja aineen ominaisuudet	Kovalenttisisidosten pituuksia ja sidosenergioita 139	+	+	
	Kovalenttisisidoksen ioniluonne 137	+	+	
	Elektronegatiivisuus 137	+	+	+
	Molekyyliden ja ioneiden muotoja 138	+	+	
	Kationeja ja anioneita 141	+	+	x
	Kompleksi-ioneita 142	+	+	+
	Kaasujen ominaisuuksia 145	x	x	x
	Suolojen liukoisuus veteen 147	+		

	Liukoisuustulo 148	x	x	x
	Happovakioita 149	x	x	x
	Emäsvakioita 150	x	x	x
	Happo ja emäsluosten pitoisuuksia ja tiheyksiä 152	+	+	x
	Orgaanisten aineiden ominaisuuksia 153-155	x	x	x
	Alkuaineiden jaksollinen järjestelmä 167	+	+	+
	Fysiikka: 76,77, 78, 81, 82, 85, 88, 91, 95, 96			
	Atomiorbitaalien hybridisoituminen ja orgaanisten yhdisteiden sidos- ja avaruus rakenne			
	Isomeria			

Liite C: MAOL-taulukot (KE3)

KE3	MAOL-taulukot			
	2005	1999	1991	1978
Keskeiset sisällöt Kemiallisen reaktion symbolinen ilmaisu	Tavallisimmat hapetusluvut 136	+	+	+
	Molekyylien ja ioneiden muotoja 138	+	+	
	Muodostumislämpöjä 140	+	+	+
	Kationeja ja anioneja 141	+	+	X
	Kompleksi-ioneja 142	+	+	+
	Mineraaleja 143	+	+	
	Epäorgaanisten yhdisteiden kaupunimiä ja koostumuksia 144	+	+	
	Kaasujen ominaisuuksia 145	X	X	X
	Normaalipotentialaaleja 146	+	+	+
	Suolojen liukoisuus veteen 147	+		
	Liukoisuustuloja 148	X	X	X
	Happovakioita 149	X	X	X
	Emäsvakioita 150	X	X	X
	Orgaanisten aineiden ominaisuuksia 153-155	X	X	X
	Luonnon aminohappojen nimiä ja kolmi- sekä yksikirjaimiset lyhenteet 157			
	Alkuaineiden jaksollinen järjestelmä 167	+	+	+
	Elektronegatiivisuus 137	+	+	+
Kovalenttisisidoksen ioniluonne 137	+	+		
Epäorgaanisia ja orgaanisia reaktiotyyppejä, mekanismeja sekä sovelluksia	Normaalipotentialaaleja 146	+	+	+
	Osa metallien jännitesarjaa 146	+	+	+
	Suolojen liukoisuus veteen 147	+		
	Liukoisuustuloja 148	X	X	X
	Happovakioita 149	X	X	X
	Emäsvakioita 150	X	X	X
	Veden ionitulo 151	+	+	+
Luonnon aminohappojen nimiä ja kolmi- sekä yksikirjaimiset lyhenteet 157				
Stoikiometrisiä laskuja, kaasujen yleinen tilanyhtälö	Vakioita 130	+	+	
	Suureita 130	+	+	
	Laskukaavoja 131	X	X	
	Tavallisimmat hapetusluvut 136	+	+	X
	Orgaanisten aineiden ominaisuuksia 153-155	X	X	X
	Alkuaineiden jaksollinen järjestelmä 167	+	+	+
	Fysiikka: 120			
Energian muutokset kemiallisissa reaktioissa	Vakioita 130	+	+	
	Suureita 130	+	+	
	Laskukaavoja 131	X	X	
	Pääryhmien alkuaineiden ionisoitumisenergiat 134	X	X	X
	Kovalenttisisidosten pituuksia ja sidosenergioita 139	+	+	
	Muodostumislämpöjä 140	+	+	+
	Ruoka-aineiden energiasisältöjä 140	+		
	Normaalipotentialaali 146	+	+	+

	Fysiikka: 66, 67, 68, 72, 123			
Reaktionopeus ja siihen vaikuttavat tekijät				

Liite D: MAOL-taulukot (KE4)

KE4	MAOL-taulukot			
	2005	1999	1991	1978
Keskeiset sisällöt				
Sähkökemiallinen jännitesarja, normaalipotentiaali, kemiallinen pari ja elektrolyysi	Suureita 130	+	+	
	Vakioita 130	+	+	
	Laskukaavoja 131	x	x	
	Normaalipotentiaali 146	+	+	+
	Osa metallien jännitesarjaa 146	+	+	+
	Fysiikka: 66, 67, 68, 71, 123			
Hapettumis-pelkistymisreaktiot	Tavallisimmat hapetusluvut 136	+	+	x
	Normaalipotentiaali 146	+	+	+
	Osa metallien jännitesarjaa 146	+	+	+
	Alkuaineiden jaksollinen järjestelmä 167	+	+	+
Metallit ja epämetallit sekä niiden happi- ja vety-yhdisteet	Pääryhmien alkuaineiden ionisoitumisenergiat 134	x	x	x
	Atomien ja ioneiden suhteelliset koot 135	+	+	+
	Tavallisimmat hapetusluvut 136	+	+	x
	Elektronegatiivisuus 137	+	+	+
	Kovalenttisisidoksen ioniluonne 137	+	+	
	Molekyylien ja ioneiden muotoja 138	+	+	
	Kovalenttisisidoksen pituuksia ja sidosenergioita 139	+	+	
	Muodostumislämpöjä 140	+	+	+
	Kationeja ja anioneja 141	+	+	x
	Kompleksi-ioneita 142	+	+	+
	Mineraaleja 143	+	+	
	Epäorganisten yhdisteiden kaupanimiä ja koostumuksia 144	+	+	
	Ilmakehän koostumus 145	+	+	
	Kaasujen ominaisuuksia 145	x	x	x
	Normaalipotentiaali 146	+	+	+
	Osa metallien jännitesarjaa 146	+	+	+
	Suolojen liukoisuus veteen 147	+		
	Liukoisuustuloja 148	x	x	x
	Happovakioita 149	x	x	x
	Emäsvakioita 150	x	x	x
	Veden ionitulo 151	+	+	+
	Laimennustaulukko 151	+	+	
	Happojen ja emäsluosten pitoisuuksia ja tiheyksiä 152	+	+	x
	Orgaanisten aineiden ominaisuuksia 153-155	x	x	x
	Yleisesti käytettyjä nimilyhenteitä 156	+	x	
	Organisten yhdisteiden triviaalinimiä ja IUPAC-nimiä 156	x	x	
	Luonnon aminohappojen nimiä ja kolmi- sekä yksikirjaimiset lyhenteet 157			
	Hiilihydraatteja 157			
	DNA:n ja RNA:n emäkset 158			
	DNA:n rakenne 158			
	Alkuaineiden suhteelliset atomimassat 161	+	+	+
Alkuaineiden jaksollinen järjestelmä 167	+	+	+	
Fysiikka: 72, 76, 77, 78, 81, 85, 87, 88, 91, 93, 95, 95, 96, 100, 102				

Bio- synteettiset polymeerit	Yleisesti käytettyjä nimilyhenteitä 156	+	x	
	Hiihihydraatteja 157			
	Orgaanisten aineiden ominaisuuksia 153-155	x	x	x
	Fysiikka: 77, 95			

Liite E: MAOL-taulukot (KE5)

KE5	MAOL-taulukot			
	2005	1999	1991	1978
Keskeiset sisällöt				
Reaktiotasapaino	Vakioita 130	+	+	
	Suureita 130	+	+	
	Laskukaavoja 131	x	x	
	Liukoisuustuloja 148	x	x	x
	Happovakioita 149	x	x	x
	Emäsvakioita 150	x	x	x
	Veden ionitulo 151	+	+	+
	pH-indikaattoreita 151	+	+	+
	Luonnon aminohappojen nimiä ja kolmi- sekä yksikirjaimiset lyhenteet 157			
	Hiilihydraatteja 157			
	Matematiikka: 21, 22, 23			
Happo-emästasapaino, vahvat ja heikot protolyytit, puskuriliuokset ja niiden merkitys	Vakioita 130	+	+	
	Suureita 130	+	+	
	Laskukaavoja 131	x	x	
	Liukoisuustuloja 148	x	x	x
	Happovakioita 149	x	x	x
	Emäsvakioita 150	x	x	x
	Veden ionitulo 151	+	+	+
	pH-indikaattoreita 151	+	+	+
	Laimennustaulukko 151	+	+	
	Happojen ja emäsluosten pitoisuuksia ja tiheyksiä 152	+	+	x
	Luonnon aminohappojen nimiä ja kolmi- sekä yksikirjaimiset lyhenteet 157			
	DNA:n ja RNA:n emäkset 158			
	DNA:n rakenne 158			
	Matematiikka: 21, 22, 23			
Liukoisuus ja liukoisuustasapaino	Vakioita 130	+	+	
	Suureita 130	+	+	
	Laskukaavoja 131	x	x	
	Elektronegatiivisuus 137	+	+	+
	Kovalenttisisidoksen ioniluonne 137	+	+	
	Suolojen liukoisuus veteen 147	+		
	Liukoisuustuloja 148	x	x	x
	Muodostumislämpöjä 140	+	+	+
	Matematiikka: 21, 22, 23			
Tasapainoon liittyvät graafiset esitykset	Fysiikka: 82-83			

Liite F: Tutkimuslomake

Kyselylomake on osa Pro gradu -tutkielmaa, jolla pyritään kartoittamaan taulukkokirjan käyttöä lukion kemian opetuksessa.

Vastauksia käsitellään anonyymisti ja luottamuksellisesti. Kiitos kyselyyn osallistumisesta!

Tausta

Pääaineeni

- Kemia
- Fysiikka
- Matematiikka
- Jokin muu

Jos valitsit "Jokin muu", mikä?

Opetettavat aineeni

- Kemia
- Fysiikka
- Matematiikka
- Joitain muita

Jos valitsit "Joitain muita", mitä?

Olen opettanut ... (vuotta)

- alle 5
- 6–10
- 11–15

16–20

yli 20

Olen opettanut peruskoulussa ... (vuotta)

Taulukkokirja kemian opetuksessa

Vastaa seuraaviin taulukkokirjan opetusta koskeviin kysymyksiin kemianopetuksen näkökulmasta. Taulukkokirjalla tarkoitetaan aina MAOL-taulukot kirjaa.

a) Mitkä ovat taulukkokirjan viisi keskeisintä taulukkoa kemian opetuksen kannalta?

Valitse seuraavasta 5-osaisesta listauksesta taulukkokirjan sisällöistä **viisi** ja perustele valintasi listauksen alla olevaan tekstikenttään.

Merkintöjä ja kaavoja

Kreikkalaiset numeeriset etuliitteet

Vakioita

Suureita

Laskukaavoja

Alkuaineet

Elektronien sijoittuminen energiatasolle

Pääryhmien alkuaineiden ionisoitumisenergioita

Atomien ja ionien suhteelliset koot

Tavallisimmat hapetusluvut

Elektronegatiivisuus

Kovalenttisisidoksen ioniluonne

Yhdisteet

Molekyylien ja ionien muotoja

- Kovalenttisisidoksen pituuksia ja sidosenergioita
- Muodostumislämpöjä
- Ruoka-aineiden energiasisältöjä
- Kationeja ja anioneja
- Kompleksi-ioneja
- Mineraaleja
- Epäorgaanisten yhdisteiden kauppanimiä ja koostumuksia
- Ilmakehän koostumus
- Kaasujen ominaisuuksia
- Normaalipotentialleja
- Osa metallien jännitesarjaa
- Suolojen liukoisuus veteen
- Liukoisuustuloja

Hapot, emäkset, pH

- Happovakioita
- Emäsvakioita
- pH-indikaattoreita
- Veden ionitulo
- Laimennustaulukko
- Hapto ja emäsluosten pitoisuuksia ja tiheyksiä (20 °C)

Orgaaniset aineet

- Orgaanisten aineiden ominaisuuksia

- Yleisesti käytettyjä nimilyhenteitä
- Orgaanisten yhdisteiden triviaalinimiä ja IUPAC nimiä
- Rasvahappoja
- Elintarvikkeiden lisäaineiden koodit
- Biomolekyylejä
- Alkuaineiden suhteelliset atomimassat
- Varoitusmerkit
- Liekkivärejä
- Perustyövälineitä
- Alkuaineiden jaksollinen järjestelmä

Perustelu

b) Minkälaisena välineenä koen taulukkokirjan kemian opetuksessa

1 = täysin eri mieltä, 2 = jokseenkin eri mieltä, 3 = ei samaa eikä eri mieltä, 4 = jokseenkin samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä

	1	2	3	4	5
Taulukkokirja on keskeinen opetusväline kemian opetuksessa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Taulukoiden tulkitseminen on keskeinen osa kemiaa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Taulukkokirjaa tulisi käyttää lähes jokaisella kemiantunnilla	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Reaktioyhtälöitä kirjoittaessa taulukkokirjalla on keskeinen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

rooli

On tärkeää yhdistää taulukkokirjan käyttö myös kokeellisuuteen

Haluaisin saada tukea taulukkokirjan käytön opettamiseen

c) Kuinka opetan taulukkokirjan käyttöä?

1 = täysin eri mieltä, 2 = jokseenkin eri mieltä, 3 = ei samaa eikä eri mieltä, 4 = jokseenkin samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä

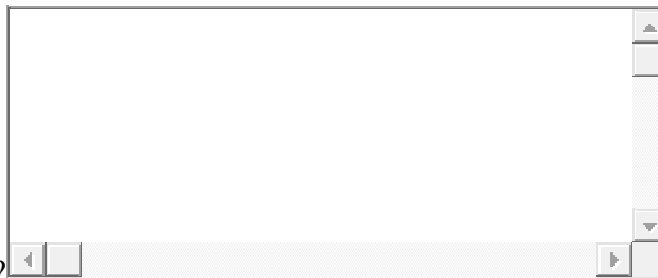
1 2 3 4 5

Esittelen aina taulukkokirjasta kohdat, jotka liittyvät käsiteltävään asiaan

Esittelen käytettävän taulukon logiikan

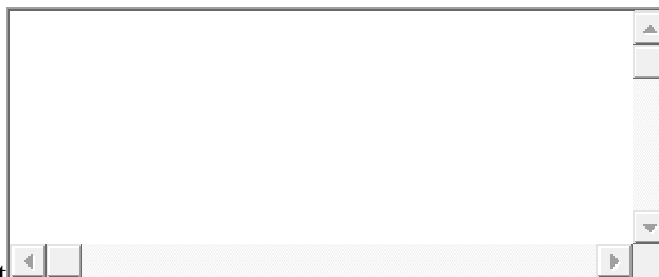
Kerron taulukon sisältävän asian taustaa ja kemiaan liittyvän tiedon lähtökohdat

Jotenkin muuten, miten?



d) Arvioi taulukkokirjan toimivuutta

Hyvät asiat



Kehittämiskohteita

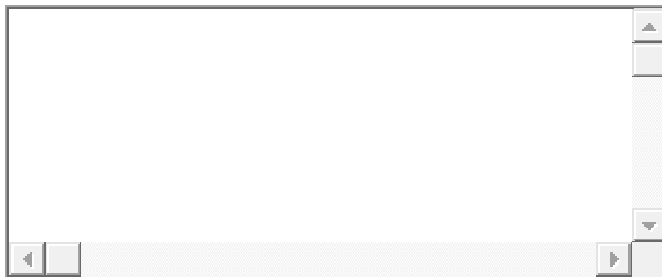


e) Mitä taulukkokirjan tietoja voisi käyttää hyödykseen ratkaistessaan seuraavaa tehtävää?

Aineen ominaisuudet johtuvat ensisijaisesti aineessa esiintyvistä kemiallisista sidoksista. Selvitä sidosten avulla, miksi

- a) metallit johtavat sähköä, (2 p.)
- b) jalokaasuilla on alhainen kiehumispiste, (2 p.)
- c) suolat liukenevat veteen. (2 p.)

YO (Syksy 2006, 7)



Tietojen lähetys

1397502503.699	28446	true	true
----------------	-------	------	------

© Eduix Oy