

**TUTKIVA LÄHESTYMISTAPA LASTEN KEMIAN OPPIMISEN
TUKENA KSENONIT-VIRTUAALIKERHOSSA**

Pro gradu -tutkielma
Elina Nurminen
16.5.2005

Kemian opetuksen keskus
Kemian laitos
Helsingin yliopisto

Ohjaajat: Maija Aksela ja Heikki Saarinen

Tiedekunta/Osasto – Fakultet/Sektion Matemaattis-luonnontieteellinen		Laitos – Institution Kemian laitos
Tekijä – Författare Elina Nurminen		
Työn nimi – Arbetets titel Tutkiva lähestymistapa lasten kemian oppimisen tukena Ksenonit-virtuaalikerhossa		
Oppiaine – Läroämne Kemian opettajan suuntautumisvaihtoehto		
Työn laji – Arbetets art Pro gradu -työ	Aika – Datum 16.5.2005	Sivumäärä – Sidoantal 96
Tiivistelmä – Referat		
Tiedeosaaminen kuuluu kaikkien kansalaisten perustaitoihin osaamisyhteiskunnassa. Se on sekä koulutuksen avulla hankittua tiedollista ja taidollista perusosaamista että kykyä ja kiinnostusta hankkia uutta tietoa ja seurata tieteellistä kehitystä. Tiedekasvatusta tulee tehostaa kaikilla asteilla ja kansalaisten mahdollisuuksia perehtyä tieteeseen ja teknologiaan lisätä (Opetusministeriö, 2004). Tämän tutkimuksen lähtökohtana on tiedekasvatuksen lisääminen lasten luonnontieteiden harrastuneisuutta tukemalla. Internetissä toimiva virtuaalikerho antaa kaikille lapsille tasapuoliset mahdollisuudet osallistua kerhotoimintaan eri puolilla Suomea. Lasten tietojen ja taitojen oppimisen sekä heidän innostuneisuutensa tukemiseksi tarvitaan monipuolisia työtapoja sekä perusopetuksessa että kerhoissa. Tiedekerhossa opitaan omasta kiinnostuksesta lähtevän tekemisen kautta. Makrotason ilmiöistä opitaan itse tutkimisen kautta. Tämä tutkimus on osa Helsingin yliopiston LUMA-keskuksen <i>KSENONIT</i>-hanketta, jonka näkyvin osa on lapsille suunnattu <i>KSENONIT</i>-virtuaalikerho. Sivuston tavoitteena on kannustaa lapsia opiskelemaan, tutkimaan ja havainnoimaan itse erilaisia luonnon ilmiöitä ja käsitteitä tutkivan lähestymistavan kautta sekä tukea luonnontieteellisen ajattelun taitojen kehittymistä. Virtuaalikerhon tutkimustehtävissä tutustutaan erilaisiin luonnontieteiden aihepiireihin kemian käsitteiden ja ilmiöiden kautta. Tutkimuksessa kehitetyn materiaalin tavoitteena on tukea ensisijaisesti lapsia, mutta myös luokanopettajia, kerhonojajia sekä muita opetuksen kanssa toimivia kouluttajia ja tutkijoita. Tämän tutkimuksen teoreettisessa viitekehyksessä käsitellään lapsia kemian oppijoina, tutkivaa lähestymistapaa kemian opetuksessa ja tietokoneavusteista kemian opiskelua. Lisäksi käsitellään aihealueena olleen 'Maan aarteiden' kemiaa. Tutkimuksen empiirisen osan tavoitteena oli selvittää, mitkä ovat tutkivan lähestymistavan toteuttamisen mahdollisuudet <i>KSENONIT</i>-sivuston kaltaisessa verkkomateriaalissa ja miten tutkiva lähestymistapa tukee lasta kemian oppimisprosessissa. Tutkimuksessa kehitettiin tutkivaan lähestymistapaan pohjautuvia kokeellisia tehtäviä <i>KSENONIT</i>-sivustolle aihealueelta 'Maan aarteet' ja analysoitiin sisällönanalyysimetodia käyttämällä lasten lähettämiä raportteja (N=46) töiden kemian tavoitteiden pohjalta. Tutkimuksessa kehitetty materiaali kannustaa lapsia toimimaan, havainnoimaan, päättelämään sekä etsimään ja soveltamaan tietoa. Tutkimustehtävissä keskitytään kemian makrotason ilmiöihin. Kehitetyt tehtävät tukivat lasten kemian oppimista erityisesti havaintojen pohjalta tehtävässä päättelyssä. Johtopäätöksien ja sovelluksien tekeminen oli lapsille vaikeampaa, samoin tiedonhakutehtävät. Lapset saavuttivat tavoitteena olleet kemian sisällöt varsin hyvin. Raporteista ja saadusta palautteesta voidaan myös päätellä, että <i>KSENONIT</i>-virtuaalikerhon tutkimustehtävät innostavat lapsia kemian ilmiöiden tutkivaan oppimiseen.		
Avainsanat - Nyckelord tiedekasvatus, kemia, harrastuneisuus, lapset, tutkiva lähestymistapa		
Säilytyspaikka - Förvaringställe Kemian laitos, Kemian opetuksen keskus		

SISÄLLYS

1 Johdanto	5
2 Lapset kemian oppijoina	9
2.1 Lapset ja oppiminen	9
2.1.1 Lasten ajattelun kehittyminen	9
2.1.2 Konstruktivismi ja kokemuksen merkitys oppimisessa	11
2.2 Harrastuneisuus oppimisen tukena	13
2.3 Lapset ja kemian oppiminen	16
3 Tutkiva lähestymistapa	18
3.1 Tutkivan lähestymistavan perusperiaatteet	18
3.1.1 Taustaa	18
3.1.2 Tutkiva lähestymistapa kemian opetuksen historiassa	19
3.1.3 Tutkivan lähestymistavan toteutus	20
3.1.4 Tutkivan lähestymistavan hyötyjä	22
3.1.5 Esteitä tutkivan lähestymistavan toteutukselle	23
3.2 Tutkiva lähestymistapa ja kokeellisuus kemian oppimisessa	23
3.3 Tutkiva lähestymistapa perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa 1.–6. luokkien osalta	26
3.3.1 Yleistä	26
3.3.2 Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 1994	27
3.3.3 Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2004	27
4 Tietokoneavusteinen kemian oppiminen	30
4.1 Tietokoneavusteisuus oppimisen tukena	30
4.2 Tietokoneavusteisuus kemian opetuksen tukena	32
4.3 Ksenonit-virtuaalikerho	35
5 Maan aarteiden kemia teemana Ksenonit-virtuaalikerhossa ..	38
5.1 Taustaa	38
5.2 Maaperä ja kivet	38
5.2.1 Maaperä	38
5.2.2 Kivet	39
5.3 Metallit	40
5.4 Öljyt	42
5.5 Kaasut ja kemiallinen reaktio	44
5.5.1 Kaasut	44
5.5.2 Kemiallinen reaktio	45
6 Tutkimuksen suorittaminen	47

6.1 Tutkimustavoite ja tutkimusongelmat	47
6.2 Tutkimusmenetelmät.....	47
6.3 Tutkimusaineiston hankinta	48
6.4 Tutkimusaineiston analysointi	49
7 Tutkimuksen tulokset	51
7.1 Lasten kemian opiskelua tutkivalla tavalla tukevat kokeelliset työt 51	
7.1.1 Yleistä.....	51
7.1.2 Maaperä ja kivet	53
7.1.3 Metallit	55
7.1.4 Öljy	56
7.1.5 Kaasut.....	58
7.2 Tutkiva lähestymistapa lasten kemian oppimisen tukena.....	60
7.2.1 Taustatiedot	60
7.2.2 Raportit <i>Maaperä ja kivet</i> -teemasta	60
7.2.3 Raportit <i>Metallit</i> -teemasta	65
7.2.4 Raportit <i>Öljy</i> -teemasta.....	69
7.2.5 Raportit <i>Kaasut</i> -teemasta	75
7.2.6 Koonti <i>Maan aarteet</i> -teeman raporteista	79
8 Tutkimuksen luotettavuus	83
9 Johtopäätökset ja pohdinta	85
Lähteet.....	90
Liitteet	96

1 Johdanto

Osaamisyhteiskunnassa kaikkien kansalaisten perustaitoihin kuuluu tietty tiedeosaaminen. Sen hankkiminen ja ylläpito ovat nykyään yhtä välttämättömiä kuin luku- ja kirjoitus- tai laskutaito. Tiedeosaaminen on sekä koulutuksen avulla hankittua tiedollista ja taidollista perusosaamista että kykyä ja kiinnostusta hankkia uutta tietoa ja seurata tieteellistä kehitystä. Opetusministeriön (2004) mukaan tiedekasvatusta tulee tehostaa ja kansalaisten mahdollisuuksia perehtyä tieteeseen ja teknologiaan lisätä.

Oppiminen sujuu ikään katsomatta parhaiten, kun oppija on siihen motivoitunut. Erityisesti tämä näkyy nuorempien lasten keskuudessa. Into moniin koko elämän ajan kestäviin kiinnostuksen kohteisiin syntyy varhain lapsuudessa. Erityisesti lapsilla on suuri motivaatio koulun ulkopuolella tapahtuvaan toimintaan, mikä näkyy heidän laajana asiantuntijuutenaan harrastuksiin liittyen. Jo hyvin nuorella iällä lapselle syntyy mielikuva siitä, minkälaiset asiat häntä kiinnostavat. Siten lapsia kannattaa kannustaa harrastamaan kemiaa. Kun lapsuudessa syntyy kiinnostus kemiaan, tämä into toimii motivoijana, jos lapsi välillä kohtaa tylsiä tai vaikeita asioita kemian opiskelunsa varrella.

Kemian oppimiseen ja sen arvostukseen oppiaineena on viime vuosina kiinnitetty valtakunnallisella tasolla paljon huomiota. Matemaattis-luonnontieteellisten aineiden opetuksen ja osaamisen tasoa pyritään nostamaan ja kiinnostusta näiden aineiden opiskelua kohtaan lisäämään. Kemia on uusissa opetussuunnitelman perusteissa (POPS 2004) omana oppiaineenaan peruskoulun 5. luokalta lähtien. Lasten luonnontieteellisen ajattelun taitojen kehittäminen jo nuorella iällä nähdään siten tärkeänä. Lapset oppivat kemiaa makrotason ilmiöiden ja käytännön kokeilemisen kautta. Tutkivan lähestymistavan avulla voidaan vahvistaa lasten luonnollista uteliaisuutta ja oppia tärkeitä tutkimisen taitoja, kuten havainnointia, luokittelua ja luovuutta.

Tämän tutkimuksen lähtökohtana on lasten kemian harrastuneisuuden tukeminen. Kiinnostuksesta lähtevän tekemisen myötä karttuvat myös kemian tiedot ja taidot – tieteenalasta oppiminen. Eri puolilla Suomea asuvien lasten innostuneisuuden tukemiseksi tarvitaan kerhotoimintaa. Koska kerhoja ei ole mahdollista kaikkialla järjestää, internetissä toimiva virtuaalikerho antaa kaikille lapsille tasapuoliset mahdollisuudet osallistumiseen. Osana LUMA-keskuksen (LUMA-keskus, A) toimintaa on kehitetty *KSENONIT*-hanke, johon tämä tutkimus keskittyy. *KSENONIT*-hanke on *Kemian opetuksen keskuksen* koordinoima hanke, joka on saanut alkunsa marraskuussa 2003. Hankkeen rahoittajana toimivat lukuisat yhteistyötahot (ks. LUMA-keskus, A). Näkyvin osa *KSENONIT*-hanketta on lapsille suunnattu *KSENONIT*-virtuaalikerho ja siihen liittyvät WWW-sivut. *KSENONIT*-sivusto toimii tiedekasvatuksen välineenä tavoitteenaan kannustaa lapsia ja nuoria opiskelemaan, tutkimaan ja havainnoimaan itse erilaisia luonnon ilmiöitä ja käsitteitä. Sivuston tarkoitus on myös tukea luonnontieteellisen ajattelun taitojen kehittymistä. Virtuaalikerhon tutkimustehtävissä tutustutaan erilaisiin luonnontiedon aihepiireihin kemian käsitteiden ja ilmiöiden kautta. Sivustolla oli lokakuun 2004 ja tammikuun 2005 välisenä aikana keskimäärin 1400 kävijää kuukaudessa.

Osa *KSENONIT*-hanketta on myös vuosittain järjestettävä *KSENONIT*-päivä. Tässä Helsingin yliopiston tiloissa järjestettävässä tapahtumassa lapsilla on vanhempiensa kanssa mahdollisuus tutustua luonnontieteiden ihmeisiin. *KSENONIT*-päivä on järjestetty kaksi kertaa: keväällä 2004 ja 2005.

Vaikka *KSENONIT*-sivusto on kehitetty erityisesti lasten harrastuneisuuden tukemiseen, sitä voidaan käyttää myös kouluopetuksen tukena. Sivustolla on materiaalia lähes kaikista opetussuunnitelman perusteiden (POPS 2004) määrittelemistä 5.–6. luokkien kemian sisällöistä. Sivuston tehtävien tavoitteena on kehittää myös lasten tutkimustaitoja opetussuunnitelman perusteiden määritelmien mukaisesti. Lisäksi sivuston avulla voidaan toteuttaa seuraavia opetussuunnitelman perusteiden määrittelemiä aihekokonaisuuksia: viestintä- ja mediataito, vastuu ympäristöstä, hyvinvoinnista ja kestävästä tulevaisuudesta sekä ihminen ja teknologia.

Tässä tutkimuksessa pyritään selvittämään, mitkä ovat tutkivan lähestymistavan toteuttamisen mahdollisuudet *KSENONIT*-sivuston kaltaisessa verkkomateriaalissa ja miten tutkiva lähestymistapa tukee lasta oppimisprosessissa. Tutkimuksella on merkitystä erityisesti kehitettäessä *KSENONIT*-verkkosivuja entistä tarkoituksenmukaisemmiksi. Lisäksi tutkimus testaa yhtä tapaa toteuttaa tutkivaa lähestymistapaa käytännössä.

Kiinnostus tämän tutkimuksen toteuttamiseen lähti tutkijan monista kontakteista alakouluikäisten lasten kanssa ja halusta tukea lasten kemian oppimista *KSENONIT*-virtuaalikerhon kautta. Tutkijalla on ollut ilo suorittaa kemian aineenopettajan tutkinnon lisäksi luokanopettajan monialaiset opinnot, jotka antavat pätevyyden toimia myös luokanopettajana, joten opintojen aikana on lasten oppimisen teoriaan ja käytäntöihin perehdytty monipuolisesti. Tutkija on osallistunut lasten harrastuneisuuden tukemiseen myös toimiessaan ohjaajana tiedeleireillä. *KSENONIT*-sivujen kehittäminen on näiden kokemusten jälkeen erinomainen tapa osallistua lapsille iloa tuottavan sekä kemian opetusta kansallisesti hyödyttävän hankkeen toteuttamiseen. *KSENONIT*-sivut löytyvät internetistä osoitteesta www.helsinki.fi/luma/ksenonit.

Tässä tutkimusraportissa esitellään ensin tutkimuksen teoreettinen viitekehys, joka on ohjannut tutkimuksen tavoitteenasettelua ja toteutusta. Luvussa 2 perehdytään lapsiin kemian oppijoina. Luvussa käydään läpi alakouluikäisten lasten ikäkaudelle tyypillistä ajattelua ja konstruktivistisen oppimiskäsityksen näkemyksiä oppimisesta. Luvussa käsitellään myös harrastuneisuuden merkitystä pysyvässä ja mielekkäässä oppimisessa. Luvun lopuksi keskitytään erityisesti kemiaan lapsille opetettavana aihealueena.

Luvussa 3 perehdytään tutkivaan lähestymistapaan. Lähestymistapa esitellään ensin historiallisesta näkökulmasta. Tämän jälkeen luodaan katsaus lähestymistavan käytännön toteutukseen, hyötyihin ja mahdollisiin toteutuksen esteisiin. Luvussa käsitellään myös kokeellisuuden merkitystä tutkivassa lähestymistavassa. Luvun lopussa esitetään koonti tutkivan lähestymistavan painotuksista ja osa-alueista valtakunnallisissa opetussuunnitelman perusteissa.

Luku 4 keskittyy tietokoneavusteiseen kemian oppimiseen. Luvussa luodaan ensin katsaus tietokoneavusteiseen oppimiseen yleensä, minkä jälkeen perehdytään tietokoneavusteisuuden erityisesti kemian oppimisen tukena. Luvun lopuksi esitellään *KSENONIT*-virtuaalikerhon toiminta-ajatus.

Luvussa 5 perehdytään *Maan aarteiden* kemiaan. *KSENONIT*-sivustolle suunniteltiin tämän teeman mukaisia kokeellisia töitä. Tässä luvussa esitellään kokeellisten töiden kehittämisen taustana olevaa kemian teoriaa maaperään, kiviin, öljyyn ja kaasuihin liittyen.

Teoreettisen viitekehyksen jälkeen tässä raportissa esitellään tutkimuksen tavoite, tutkimusongelmat, tutkimusmenetelmät, sen toteutus ja tulokset. Lopuksi esitetään johtopäätöksiä, joissa verrataan tutkimustuloksia teoreettiseen viitekehykseen.

2 Lapset kemian oppijoina

2.1 Lapset ja oppiminen

2.1.1 Lasten ajattelun kehittyminen

Elinkaarensa alussa lapsi yhdistää käsityksensä, ajatuksensa ja kielensä ainoastaan konkreettiseen, aistein ja kehon avulla koettuun maailmaan. Alakouluikäiset eli 7–12-vuotiaat lapset ajattelevat nuorempiin lapsiin verrattuna jo vähemmän tilannesidonnaisesti. Lapset alkavat vähitellen soveltaa loogisempaa ajattelua täydentämään tilanteeseen sidottua. Kyky soveltaa loogista ajattelua kasvaa tässä iässä voimakkaasti. Looginen ajattelukyky antaa tämän ikäkauden lapsille varmemman käsityksen siitä, missä todellisuuden ja mielikuvituksen väliset rajat kulkevat. Näin lapset saavat lisää mahdollisuuksia tutkia, muodostaa tietoja ja oppia kontrolloimaan, mitä ilmiöitä esiintyy todellisuudessa. (Rödstam, 1992)

7–12-vuotiaiden lasten suorittamat ajatustoiminnot tapahtuvat enimmäkseen läheisessä yhteydessä heidän muihin toimintoihinsa, perustanaan todellisuus. Konkreettiset ajatusoperaatiot ovat siten abstrakteihin verrattuna hallitsevassa asemassa. Konkreettisille operaatioille on tyypillistä, että ne kohdistuvat suoraan esineisiin ja niiden yhdistelmiin, suhteisiin ja lukumäärään. Vaikka lapset suoriutuvat jo ajatusoperaatioiden suorittamisesta, on heillä tarve myös toimia voidakseen ymmärtää. Taipumus toimintaan on tämän ikäisillä vahva. (Piaget & Inhelder, 1969; Rödstam, 1992)

Alakouluikäisten lasten suhdetta ympäristöönsä leimaa konkreettinen kokeilu ja selvittäminen, millainen maailma on. He soveltavat lähinnä havainnollisuutta ja sen jälkeen pohdiskelua tehdäkseen maailman tajuttavaksi. Tämän ikäiset lapset kykenevät enenevästi muodostamaan tutkittavista asioista ominaisuuksien mukaan sarjoja ja luokittelemaan niitä. Lapset alkavat hallita myös mittaamiseen liittyviä operaatioita. Vähitellen pohdiskelu voittaa jalansijaa havainnollisuuden kustannuksella. Useimpia tämän ikäkauden lapsia eteenpäin kannustava tavoite

on laaja tietäminen ja osaaminen. Tätä he osoittavat selkeästi näkyvällä uteliaisuudella ja tiedonhaluisuudella, joihin liittyy huomiota herättävä toiminnanhalu ja määrätietoisuus. Tänä aikana lapset voivat kehittää suuren määrän taitoja ja valmiuksia, jos niille on olemassa sopivat edellytykset. (Piaget & Inhelder, 1969; Rödstram, 1992)

Alakouluikäiset lapset ovat silmiinpistävän kiinnostuneita tutkimisesta. He tekevät yleensä sekä huomattavaa tutkimustyötä että havaintoja siitä maailmasta, johon he itse kuuluvat. Tämän taustalla on kasvavan loogisuuden yhdistyminen aktiiviseen asenteeseen, mikä tekee heidät kiinnostuneiksi tunkeutumaan asioiden ja ilmiöiden taakse. He haluavat myös usein testata ajatuksiaan konkreettisella tavalla. Suurin osa tämän ikäkauden lapsista kohdistaa tiedonkeruunsa ensisijaisesti kaikenlaisiin asiatietoihin, erityisesti näiden äärimmäisyysaspekteihin. He ovat kiinnostuneita suurimmasta, pienimmästä, matalimmasta, korkeimmasta, kylmimmästä jne. Hieman pidemmällä kehityksessä olevien tämän ikäkauden lasten tiedonkeruun kohteena ovat äärimmäisyydet, jotka vastaavat jännityksen tarpeeseen. He etsivät tietoa jännittävistä, vaarallisista ja kamalista asioista niiden faktatietojen ohessa, joita he ovat alkaneet työstää jo aiemmassa kehitysvaiheessa. (Rödstram, 1992)

7–12-vuotiaat lapset hankkivat tietoa oma mielenkiintonsa lähtökohtanaan. He jäsensivät tietojaan erilaisten toimintojen avulla. Käsitteet, joita ei ole mahdollista testata tekojen avulla voivat jäädä sisällöltään tyhjiksi. Tällaiset käsitteet tuottavat lapsille vaikeuksia, kun heidän pitäisi ymmärtää, ja vaikeuttavat siten aitoa tiedonhankintaa. Mitä enemmän lapset saavat rinnakkaisia kokemuksia, sitä enemmän heille muodostuu täydellisiä käsitteitä. Lasten tuleekin saada käydä käsiksi kompleksisiin ongelmiin yksinkertaisten yksityiskohtaongelmien sijasta. Lapsilla tulee olla mahdollisuus kokeilla ja pohtia ainesta, jonka heidän oletetaan omaksuvan. Aineksen täytyy myös vangita lapsen mielenkiinto, ja se tulee sitoa heidän sisäiseen maailmaansa, jotta lapset ylipäänsä innostuisivat työstämään sitä. (Rödstram, 1992)

2.1.2 Konstruktivismi ja kokemuksen merkitys oppimisessa

Kemian opetuksen kehittäminen kulkee samansuuntaisesti muun opetuksen kehittämisen kanssa. Täten opetuksen suunnittelua hallitsee kulloinkin vallalla oleva oppimiskäsitys. Oppimiskäsitykset ovat aikojen saatossa vaihdelleet, ja ne kehittyvät jatkuvasti, kun käsitys oppimistapahtuman luonteesta muuttuu. *KSENONIT*-virtuaalikerho on kehitetty konstruktivistisen oppimiskäsityksen periaatteiden ja kokemuksellisen oppimisen teorian mukaisesti.

Aina 1950- ja 1960-lukujen taitteeseen asti oppimisen tutkimuksessa vallitsi behavioristinen suuntaus, joka tarkasteli oppimista puhtaasti ulkoisen käyttäytymisen perusteella. Opetus-oppimisprosessin käsitettiin olevan yhtä kuin tiedonsiirto. Behavioristista oppimistutkimusta alkoi 1960-luvulla syrjäyttää tutkimussuuntaus, jossa aikaisemmin sivuutetut ihmisten kognitiiviset prosessit tulivat tutkimuksen kohteeksi. Keskeisiä tutkimuskohteita olivat havaitseminen, ongelmanratkaisu, päätteleminen, muisti ja kieli. Oppimistutkimuksen painopiste siirtyi näin oppijan sisäisiin tekijöihin: oppimisprosessiin, oppimisstrategioihin, kognitiivisten rakenteiden kehittymiseen jne. (Tynjälä, 2000; Rauste-vonWright et al., 2003; Hakkarainen et al., 2004)

Tällä hetkellä vallalla oleva oppimiskäsitys on konstruktivismi. Konstruktivismi ei ole yhtenäinen teoria, vaan se juontaa juurensa monesta eri lähteestä ja sillä on useita eri suuntauksia. Tässä yhteydessä ”konstruointi” on kielikuva, jolla ihmisen tiedonhankintaprosessia verrataan rakentamiseen. Ihminen rakentaa aktiivisesti omaa ymmärrystään ja tulkintojaan. Konstruktivismin eri suuntauksia yhdistää näkemys, jonka mukaan tieto ei voi olla tietäjästään riippumatonta, vaan se on aina yksilön tai yhteisöjen itsensä rakentamaa. Oppiminen on oppijan aktiivista kognitiivista toimintaa, jossa hän tulkitsee havaintojaan ja uutta tietoa aikaisemman tietonsa ja kokemuksensa pohjalta. Konstruktivismi jakautuu suuntauksiin riippuen siitä, kuka konstruointiprosessissa nähdään keskeiseksi toimijaksi – yksilö, ryhmä vai yhteisö. Karkeasti jako voidaan tehdä kahteen pääsuuntaukseen: yksilökonstruktivismiin ja sosiaaliseen konstruktivismiin. Yksilökonstruktivismin painopisteenä on yksilön kognitiivisten rakenteiden ja mentaalien mallien kuvaaminen, kun taas sosiaalinen konstruktivismi on

kiinnostunut oppimisen sosiaalisista, vuorovaikutuksellisista ja yhteistoiminnallisista prosesseista. (Tynjälä, 2000)

Konstruktivismi on vaikuttanut pedagogiikkaan monin tavoin. Sen myötä oppilas nähdään nykyisin aktiivisena toimijana, ja opettajan rooli on ideaalisimmillaan oppijalle suotuisien oppimistilanteiden järjestäjä. Koska oppija tulkitsee uutta tietoa aikaisemman tietonsa pohjalta, opetuksen lähtökohdaksi on otettava oppijan olemassa olevat tiedot, käsitykset ja uskomukset. Oppijan metakognitiiviseen tietoisuuteen kehitetään myös erityistä huomiota. Oppilaita ohjataan asteittain lisääntyvään oppimisen itsesääteelyyn. Koska konstruktivismissa painottuu merkitysten rakentaminen, pyritään konstruktivistisissa oppimisympäristöissä edistämään ymmärrystä ja välttämään ulkolukua. Opetuksessa on hyödyllistä käyttää opiskelumenetelmiä, joissa oppijoiden erilaiset tulkinnat asioista joutuvat kohtaamaan toisensa sosiaalisessa vuorovaikutuksessa. Painopiste on konstruktivismin myötä myös siirtynyt faktojen nimeämisestä kuvaamiseen, selittämiseen, analysointiin, arviointiin ja kritisointiin. Oppilaille tulisi osoittaa myös tiedon muuttuvuus, väliaikaisuus ja suhteellisuus. (Tynjälä, 2000)

Sosiaalinen konstruktivismi painottaa oppimisen tilannesidonnaisuutta. Perinteistä kouluopetusta on kritisoitu siitä, että se irrottaa oppimisen siitä yhteydestä, jossa opittavia tietoja tullaan käyttämään. Ratkaisuna tähän on suositeltu mm. oppipoikajärjestelmän mukaista oppimista. Kykyä käyttää opittua tietoa uusissa tilanteissa edistää myös se, että opiskelussa tietoa kytketään monenlaisiin konteksteihin sekä käytetään erilaisia esitystapoja ja oppimistehtäviä. Konstruktivismin mukaista oppimisen sosiaalisuutta ja vuorovaikutuksellisuutta pyritään hyödyntämään ja tehostamaan erilaisilla yhteistoiminnallisilla opiskelumuodoilla. Käsitys tiedon suhteellisuudesta ja muuttuvuudesta näkyy opetussuunnitelman perusteissa tiedonhankinnan ja elinikäisen oppimisen taitojen tavoitteina. (Tynjälä, 2000)

Konstruktivistista oppimiskäsitystä, Piaget'in kehitysteoriaa ja Deweyn tekemällä oppimista on yhdistänyt ja edelleen kehittänyt Kolb (1984). Kolb on luonut teorian kokemuksellisesta oppimisesta. Kokemuksellisen oppimisen mukaan oppiminen on ilmaistava prosessina, ei tuotoksena. Prosessi on jatkuva ja

perustuu kokemukseen. Siten oppiminen jatkuu koko eliniän. Oppimiseen liittyy tapahtumien konkreettinen kokeminen ja abstrakti käsitteellistäminen sekä aktiivinen kokeilu ja refleктоiva havainnointi. Oppiminen on tiedon luomisen prosessi, joka sisältää kanssakäymisen yksilön ja ympäristön välillä.

2.2 Harrastuneisuus oppimisen tukena

Harrastukset ja harrastuneisuus on kasvatustieteen historiassa käsitetty sekä keskeisenä kouluopetuksen tavoitteena että myös tehokkaan oppimisen lähteenä. Jo 1600-luvulla *Jan Amos Komensky* (lat. *Comenius*, 1592–1670) korosti leikkien ja pelien osuutta oppimisessa niihin liittyvän vapaaehtoisen ja nautinnollisen oppimisen vuoksi. *Johann Herbartin* (1776–1841) mukaan taas opetuksen tavoitteena on saada syntymään harrastusta monelle alueelle. *John Dewey*n (1859–1952) ajatuksissa oppimisen peruselementteinä ovat kokemus, harrastus ja ongelmanratkaisu. Suomalaisen kasvatustieteen uranuurtajan *Matti Koskenniemen* (1908–2001) mukaan lasten jo olemassa olevat harrastukset ovat opetuksessa hyödynnettävä resurssi, koska oma-aloitteinen selville ottaminen ja opiskelu on harrastusten sävyttämää. (Metsämuuronen, 1995)

Harrastuneisuus voidaan käsittää ominaisuutena olla jatkuvasti kiinnostunut tietyistä asioista. Se on pitkäaikaista ja intensiivistä kohdentumista omalle mielenkiinnon alueelle. Puhtaimmillaan harrastuneisuus on omaehtoista suuntautumista, joka lähtee yksilöstä itsestään. Oppiminen harrastuksen yhteydessä on tehokasta, koska oppija itse haluaa hankkia tietoja ja taitoja. Oppiminen on omaehtoista ja perustuu harrastajan omaan mielenkiintoon kyseistä asiaa kohtaan. Harrastuneisuus sitouttaa oppilaan vahvasti harrastukseen liittyviin aihepiireihin. Sitoutuminen motivoi tällöin oppilasta myös aihepiiriin liittyvään oppiaineeseen. (Metsämuuronen, 1995)

Tutkijoiden kokemusten mukaan käytännöllisen älykkyyden opettamisen tulisi perustua opiskelijoiden tiedollisen kiinnostuksen kohteisiin ja harrastuksiin. Yksilön oma motivaatio sekä vanhempien tuki ovat vaikuttavia tekijöitä mm. huipputaitojen kehittämisessä. (Hakkarainen et al., 2004) Harrastusten parissa tai muualla opituilla taidoilla on suuri merkitys myös lapsen identiteetin ja itsetunnon

kehittymiselle. Lapsi vertailee tietojaan ja taitojaan muiden samanikäisten osaamiseen, ja kaveriporukassa osaamista arvostetaan. (Rödstam, 1992)

Alakouluikäinen lapsi on iässä, jolloin hänen arvomaailmansa on kehittymässä. Lapsuuden tunnekokemuksilla on havaittu olevan selvä vaikutus myöhempiin arvotarkoituksiin. Sellainen toiminta, joka kiinnostaa ja jossa on mahdollisuus edistymisen kokemuksiin ja omien tavoitteiden saavuttamiseen, tarjoaa sisäisiä palkkioita. Tällaiset toiminnot ovat yleensä kestoaltaan pitkäaikaisia ja voivat olla pysyvän motivaation lähteenä. (Aksela, 1998) Lapsille tulee antaa mahdollisuuksia harrastaa sellaisia asioita, joihin he tuntevat mielenkiintoa ja joihin heillä on taipumuksia. Tärkeintä on, että lapsi tekee asiaa omasta aloitteestaan. (Hakkarainen et al., 2004)

Yksi tapa tukea lasten harrastuneisuutta on kerhotoiminta. Kerhotoiminta on koulun oppilaille järjestämää vapaamuotoista koulun työtä edistävää toimintaa. Sen tarkoituksena on edistää myönteisten harrastusten viriämistä sekä antaa oppilaalle mahdollisuus muuhunkin kuin tavanomaiseen koulutyöhön turvallisessa ja rauhallisessa ympäristössä. Kerhotoiminta tukee myös koulun kasvatus- ja opetustyötä. Kerhotyöllä pyritään tuottamaan oppilaille onnistumisen ja osaamisen kokemuksia, edistämään luovaa ajattelua ja toimintaa, lisäämään lasten osallisuutta ja luomaan sosiaalisia suhteita aikuisiin ja muihin lapsiin. (POPS 2004) Kerhotoiminnalla voidaan vahvistaa tiedekasvatuksen asemaa, minkä vuoksi opetusministeriö (2004) suosittelee, että koulujen oppituntien ulkopuolisen toiminnan hyväksikäyttöä lisätään. Kerhotoiminnan järjestämiseen liittyvät ongelmat ovat viime vuosina olleet lähinnä taloudellisia. Monet kunnat ovat vähentäneet kerhotyöhön varattuja määrärahoja. Myös ohjaajan saaminen, tilaongelmat, kerhopaikan etäisyys ja kiinnostuksen puute voivat olla kerhotoiminnan esteenä. (Aksela, 1998)

Kerhotoimintaa järjestävät Suomessa monenlaiset tahot. Järjestäviä tahoja tukee *Kerhokeskus – koulutyön tuki ry*. Se on jäsenjärjestöjensä muodostama lapsi- ja nuorisotyön palvelujärjestö, joka toimii opetuksen ja kasvatuksen alalla yhteistyössä eri toimijoiden kanssa. Kerhokeskuksen toiminnan painopistealueena

on 9–16-vuotiaiden kerho- ja harrastustoiminnan edellytysten parantaminen lisäämällä tukipalveluja, tuottamalla uusia materiaaleja, kehittämällä uusia työmuotoja ja osallistumalla asiaa koskevaan yhteiskunnalliseen keskusteluun ja päätöksentekoon. Kerhokeskus tukee erikseen myös lasten tiedekasvatusta, jossa painotus on luonnontieteellinen. Tuki kohdistuu esimerkiksi tiedekerhojen, tiedeleirien ja tiedeviikkojen järjestämiseen. (Kerhokeskus – koulutyön tuki)

Kemian kerhoja lapsille on Suomessa järjestetty 1990-luvun alkupuolelta lähtien. Tällöin käynnistyi pilottihanke, josta tehtiin myös tapaustutkimus (Aksela, 1998). Pilottihankkeessa oli mukana 19 kerhoa eri puolilla Suomea. Vuonna 2003 Kemianteollisuus ry kokeili Opetushallituksen kanssa kerhotoimintaa siten, että ohjaajana luokanopettajan rinnalla oli kemian aineenopettajaopiskelija. Vuonna 2004 Kerhokeskus alkoi tukea luonnontiedekerhojen toimintaa käynnistämällä tiedekerhotoiminnan valtakunnallisesti alakouluissa. Projektin aikana mukaan ilmoittautui reilut 40 koulua (Kerhonetti). Nykyisin kemian kerhotoimintaa yhteistyössä Kerhokeskuksen kanssa järjestää myös LUMA-keskus (LUMA-keskus, A).

Iso-Britanniassa kemian opetusta tukee hyväntekeväisyys- ja koulutusjärjestö *Salters' Companyn* instituutti *Salters' Institute*. *Salters' Institute*:n organisoimana on vuodesta 1991 kemian kerhotoiminnan tukena toiminut *Salters' Chemistry Club*. *Salters' Chemistry Club* on hanke, jonka tarkoituksena on kannustaa kouluja järjestämään kemian kerhoja sekä lisätä yliopistoyhteistyötä, jotta 11–14-vuotiaiden lasten kemian opiskelu olisi mielenkiintoisempaa. Koulun kerhot antavat oppilaille mahdollisuuden kiinnostua kemiasta mielenkiintoisen käytännön työskentelyn kautta. Kerhotoiminnan kautta pyritään sytyttämään useissa oppilaissa kiinnostus kemian opiskeluun, jotta tulevaisuudessa kemian yliopisto-opiskelijoiden taso pysyisi korkeana ja yhteiskunnassa olisi riittävästi alan osaajia. *Salters' Institute* järjestää nuorille myös kemialeirejä. (Salters' Company)

Metsämuuronen (1995) on väitöskirjassaan tutkinut harrastuksiin liittyvää motivaatiota ja sitoutumista. Luontoharrastuksien motiiveista ei juuri aiempia tutkimuksia ole, ja niihin liittyvä kenttä on varsin laaja, mutta yleisesti voidaan

todeta, että luontoon liittyvän kiinnostuksen pohjana on uteliaisuus. Luontoharrastajilla aiheeseen liittyvän sitoutumisen on todettu kasvavan iän myötä. Täten luonnontieteisiin liittyvää uteliaisuutta tulee lapsissa monin tavoin ruokkia, jotta harrastuneisuutta alan piirissä saataisiin lisättyä.

2.3 Lapset ja kemian oppiminen

Perusmekanismi kemian oppimisessa on samanlainen kuin oppimisessa yleensä. Oppilaat rakentavat luonnontieteellisen ymmärtämyksensä vanhojen tietojensa ja uskomuksiensa päälle. Uusi tieto muodostetaan muokkaamalla ja tarkentamalla jo olemassa olevia käsityksiä. Tieteellisen tiedon ymmärtäminen on siten enemmän kuin faktojen osaamista. Faktat on osattava sijoittaa oikealle paikalleen tietorakenteiden käsiteverkossa. Oppimiseen vaikuttaa myös paljon sosiaalinen vuorovaikutus. Lisäksi tehokas oppiminen edellyttää oppilaalta oman oppimisen hallintaa reflektion ja itsearvioinnin kautta. (Bybee, 2004)

Kemian oppimiseen sisältyy kolme tasoa: makro-, mikro- ja symbolitaso. Makrotason ilmiöt ovat silmin havaittavia ilmiöitä, mikrotaso käsittää molekyylitason interaktiot ja symbolitaso käsittelee asiaa kaavojen avulla. Kaikki nämä tasot tulee hallita kokonaisuuden ymmärtämiseksi kemiassa. (Johnstone, 1991) Kemian opiskelun alkuvaiheessa on kuitenkin lähdettävä liikkeelle vain makrotason ilmiöistä. Alakouluikäisillä lapsilla ei konkreettisten ajatusoperaatioiden vallitsevuuden takia ole vielä edellytyksiä ymmärtää mikro- ja symbolitason ilmiöitä.

Havu-Nuutinen (2005) tutki tapaustutkimuksessaan kuusivuotiaiden käsitteenmuutosprosessia. Tutkimus perustettiin ajatukselle, että luonnontieteen oppiminen on prosessi, jossa olemassa olevia tietorakenteita muokataan siten, että luonnontieteiden prosesseja ja käsitteitä voidaan ymmärtää paremmin. Pienten lasten käsitteenmuutosta ei ole kovin laajasti tutkittu. Tiedetään kuitenkin, että nuorilla lapsilla on arkipäivän kokemusten perusteella käsityksiä monista ilmiöistä jo ennen kouluikää. Koska kokemukset ovat kulttuurisidonnaisia ja toistuvat ja lisääntyvät ajan myötä, lapsen vanhetessa käsitteenmuutoksesta tulee monimutkaisempaa. Jos käsitteeseen liittyvään ilmiöön tutustutaan jo aikaisessa

vaiheessa, kognitiiviset konfliktit edesauttavat uusien ilmiöön liittyvien katsontatapojen syntymisessä. Käsitteenmuutos on kuitenkin usein mahdoton, jos tietorakenteista puuttuu siihen tarvittavia tietoja. Täten nuorten lasten kohdalla aloituspiste käsitteenmuutokseen on tiedon lisääminen.

Käsitteenmuutoksessa olennaista Havu-Nuutisen mukaan on sosiaalinen vuorovaikutus. Yhdessä muiden lasten tai opettajan kanssa lapsi alkaa reflektoida omien käsitteidensä rajoituksia, ristiriitoja ja merkityksiä. Opettajan ohjaus on muutoksessa erittäin oleellinen.

Havu-Nuutisen tutkimuksessa lasten tapa selittää ilmiöitä muuttui ohjauksen ja vertaistuen avulla monipuolisemmaksi ja lähestyi selvästi tieteellisempää selitystä. Lapset alkoivat pelkän kuvailun lisäksi myös yrittää selittää ilmiöitä. Erityisen suuri vaikutus käsitteen ymmärtämisen lisäämisen kannalta oli ongelmanratkaisutehtävillä.

Kun puhutaan lapsista kemian oppijoina, konstruktivismin mukaisiin ihanteisiin on syytä suhtautua osin varovaisesti. Tieteellinen tieto on enemmän kuin kuvaus siitä, miten maailma toimii. Pelkän konstruktivisen lähestymistavan mukaan oppimista ei voi täysin tapahtua, koska pelkät kokeelliset työt eivät anna tarpeeksi informaatiota luonnontieteellisten lakien muodostamiseksi. Opettajan rooli on tämän takia oppimisprosessissa olennainen. Hänen on johdatettava lapsi luonnontieteellisten normien ja ajattelutapojen pariin, koska lapsi ei kykene ”keksimään” kaikkea itse. (Leach & Scott, 2000)

Vaikeudet kemian oppimisessa ovat yleisiä. Opiskeltavaa asiaa ei ymmärretä, sitä ei muisteta, ja erityisesti sitä ei osata soveltaa. Arkipäivän tuttuja ilmiöitä on kemiassa opittava ajattelemaan eri tavalla. Tieteellinen tapa ajatella saattaa oppilaasta tuntua jopa järjenvastaiselta, kun arkipäiväisissä tilanteissa on totuttu käyttämään nk. maalaisjärkeä. Opetuksessa lapsia voidaan johdatella tieteellisen ajattelutapaan tutustumalla luonnontieteille tyypilliseen puhumiseen ja ajatteluun. Prosessissa sosiaalisuus ja puhuminen, eli muiden kanssa oppiminen, edistää oppimista huomattavasti. (Leach & Scott, 2000)

3 Tutkiva lähestymistapa

3.1 Tutkivan lähestymistavan peruseriaatteet

3.1.1 Taustaa

Aivojemme käyttötarkoitus ja tiedonkäsittelyn vaatimukset ovat ratkaisevasti muuttuneet viime vuosikymmenien aikana. Maailmanlaajuisen tietoverkon syntyminen on muuttanut ajattelua ja ihmisten suhtautumista tietoon. Koulujärjestelmä ei pysty välittämään kaikkea tulevaisuuden ongelmien ratkaisemiseen tarvittavaa tietoa, mutta voi luoda pohjaa ongelmien ratkaisemisessa tarvittavien älyllisten taitojen ja asiantuntijuuden hankkimiselle. (Hakkarainen et al., 2004)

Perinteisesti luonnontieteiden opetuksen on voitu katsoa painottuvan kahdenlaiselle alueelle: sisällön ja tutkimistaitojen omaksumiseen. Laajemmin voidaan ajatella opetettavien alueiden jakautuvan kolmeen luokkaan: älyllisten taitojen kehittämiseen, luonnontieteellisten käytäntöjen ja arvojen ymmärtämiseen ja arvostamiseen sekä luonnontieteellisten faktojen, käsitteiden ja periaatteiden hallitsemiseen. Nykyinen opetuksen tutkimus on keskittynyt lähinnä näistä ensimmäiseen, älyllisten taitojen kehittämiseen. Älyllisten taitojen voidaan katsoa sisältävän esimerkiksi ongelmanratkaisutaitoja, tieteellisen ajattelun taitoja, kriittistä ajattelua sekä tutkimusprosessin hallintaa. Näitä taitoja pyritään kehittämään kahdesta syystä: pyritään kouluttamaan tulevaisuuden luonnontieteilijöitä sekä opettamaan muille ihmisille tarpeellisia taitoja elämässä selviytymiseen. (Zachos et al, 2000; Deboer, 2004)

Takavuosina luonnontieteiden opetus on keskittynyt pitkälti tieteen tuotoksien tarkastelemiseen. Lasten tulee kuitenkin oppia ymmärtämään tieteen tuotoksien lisäksi myös perustapa, jolla niitä on saavutettu – tutkiminen. Tämä vaatii pitkäjänteistä tutustuttamista tutkivaan työtapaan. Tutkivassa lähestymistavassa yhdistyvät tieteellisestä prosessista oppiminen sekä älyllisten taitojen kehittäminen. Älyllisten taitojen sekä luonnontieteellisten käsitteiden oppimisen

ohessa kehitetään taitoja, jotka ovat välttämättömiä ympäröivän maailman omaloitteiseen tutkimiseen. (Magnusson & Palincsar, 1995)

Tutkivan lähestymistavan kautta oppiminen toteutuu parhaiten, kun oppilas omistautuu oppimisprosessille ja kantaa vastuuta omasta oppimisestaan. Tällaiselle tehtävälle on myös luotava puitteet, jossa aktiviteetin kautta voidaan ymmärrystä saavuttaa. Oppimisympäristön tulisi olla sellainen, jossa oppijat voivat harjoittaa sosiaalisessa kontekstissa tieteellistä kieltä sekä ongelmanratkaisutaitojaan. Viime vuosien luonnontieteen opetuksen kehittämisessä on pyritty luomaan ohjeistettuja ympäristöjä, joissa oppilaat oppisivat luonnontieteellisiä tutkimus- ja ajattelutapoja. Tätä ajatusta tukee konstruktivistinen oppimisenäkymys. Tutkivaa lähestymistapaa ei tule sekoittaa nk. hands-on scienceen eli oppilaiden puuhasteluun kokeellisten aktiviteettien parissa, joilla ei välttämättä ole minkäänlaisia yhtymäkohtia opeteltavaan aiheeseen. (Magnusson & Palincsar, 1995; Crawford, 2000; Bybee, 2004)

3.1.2 Tutkiva lähestymistapa kemian opetuksen historiassa

Tutkiva lähestymistapa on tavalla tai toisella ollut osana kemian ja luonnontieteiden opetusta jo siitä lähtien, kun luonnontieteitä kouluissa on opetettu. Jo 1800-luvulla brittiläinen kasvatustieteilijä ja filosofi *Herbert Spencer* (1820–1903) oli vakuuttunut siitä, että oppilaille tuli kertoa mahdollisimman vähän valmista tietoa. Heidän tulisi itse löytää opittavat asiat tutkimalla, mikä tekisi heistä itsenäisiä oppijoita. Tällöin kuitenkin jo todettiin, että käytännössä oppilaat eivät aikapulan takia voineet käyttää kaikkea aikaansa tutkimiseen, joten tutkivan lähestymistavan toteuttamiseen ehdotettiin myös opettajajohtoista tutkimuksen toteuttamista. 1900-luvun alussa lapsikeskeisyys alkoi mm. Deweyn myötä saada sijaa kasvatustieteessä. Deweyn kantavana ajatuksena oli, että lapset oppivat aktiviteettien kautta, arkielämän ongelmanratkaisun avulla sekä muiden kanssa keskustelemalla. Aikataululliset seikat olivat edelleen tunnustettu ongelma. 1950-lukuun mennessä luonnontiedeopetuksessa oltiin monien päättäjien mielestä harhauduttu liikaan oppilaskeskeisyyteen tieteellisen tiedon kustannuksella. Tutkivan oppimisen mallia suositeltiin edelleen, mutta sen tuli olla nyt mahdollisimman tarkkaan autenttisen luonnontieteiden tutkimuksen

mukainen. Yksi kasvatustieteen uudistajista tänä aikana oli *Joseph Schwab*. Hänen mukaansa tutkimuksien tekemisen tavoitteena luokkahuoneessa oli yksinomaan luonnontieteellisten seikkojen parempi ymmärrys, ei tutkimustaitojen oppiminen. Tämän ajan luonnontieteen kurssit olivat usein oppilaille liian teoreettisia ja käsitteellisesti liian vaikeita. (Deboer, 2004)

1970-luvulla alkoi uudelleen nousta esiin näkemys siitä, että tutkivan lähestymistavan avulla voidaan saavuttaa myös kaikkia ihmisiä hyödyttäviä sosiaalisessa yhteiskunnassa selviämisen taitoja. Jalansijaa sai mm. STS-oppiminen (*Science, Technology, and Society*). Deweyn ajatukset saivat jälleen kannatusta. Tälle vuosituhannelle tullessa tutkivan oppimisen hyötyjä on monin tavoin alettu korostaa. (Deboer, 2004) Viime vuosina on toteutettu tiedeopetusyhteisössä monia Dewey-tyyppisiä projekteja. Tutkijat ovat suositelleet myös pitkiä oppilaskeskeisiä projekteja. Erityisen hyvänä motivaation kannalta on koettu projektit, joilla on konkreettinen yhteys todelliseen maailmaan – esimerkiksi projektit yhteistyössä kunnan tai muun yhteisön kanssa. (Magnusson & Palincsar, 1995; Crawford, 2000)

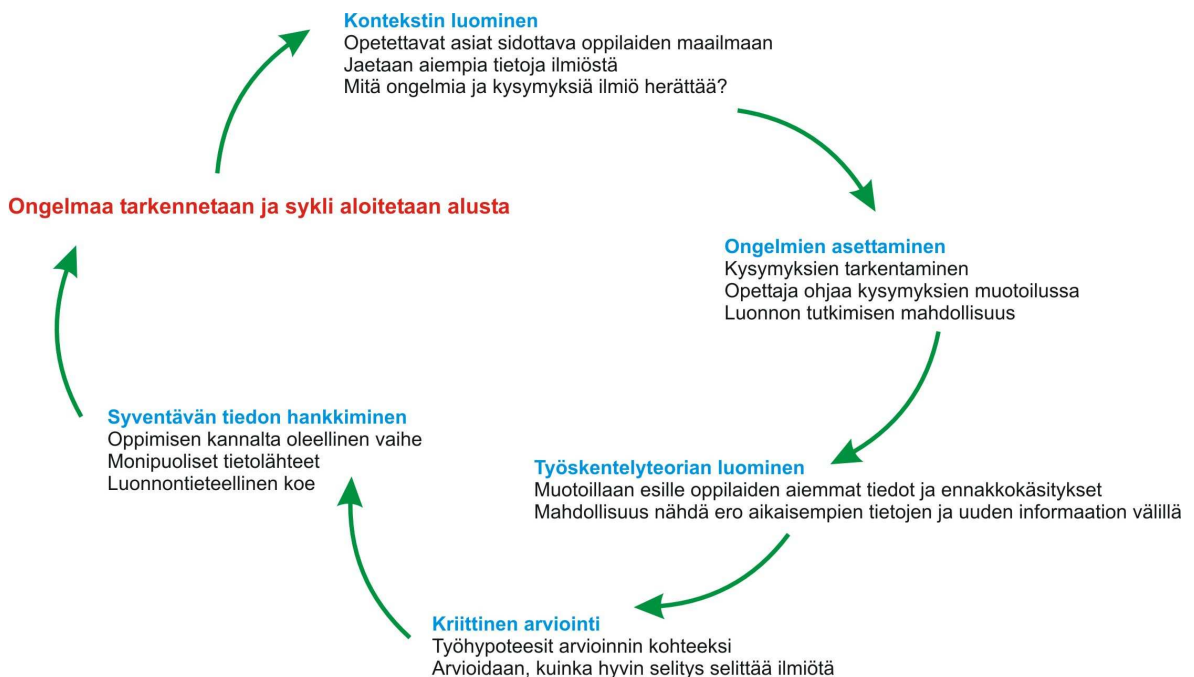
3.1.3 Tutkivan lähestymistavan toteutus

Tutkivaa lähestymistapaa toteuttavaa tehtävää suunniteltaessa tärkeää on valita mielekäs aihepiiri. Aihepiirin tulee olla rikas siinä mielessä, että siitä voidaan ammentaa tietoa, jolla on kestoarvoa. Lisäksi aiheen tulee vastata oppijan kehitystasoa ja sen on oltava lähellä lasten maailmaa. Mielekkäät oppimisasiheet eivät yleensä nouse suoraan luonnontieteen aihepiiristä, vaan niitä on lähdettävä etsimään arkielämän aiheiden kautta. (Songer et al, 2003) Kemian opiskelussa on tärkeää, että opettaja on mukana tutkimusongelmien asettelussa. Oppilaiden on itse vaikea keksiä ongelmia, joihin voidaan saada mielekäs selitys. (Juuti, 2002)

Ideoinnin jälkeen aihepiiriä on syytä rajata siten että tutkimus voidaan suorittaa järjestelmässä ajassa. Oppilaat pyritään saamaan omistautumaan tutkimukselle, minkä jälkeen on mietittävä, mitä tietoa tutkimuksesta halutaan saada ja miten sitä kerätään. Tiedonkeruu voi koostua joko ilmiön suorasta tutkimisesta kokeellisin keinoin tai sekundaarilähteistä kuten esim. kirjoista tai asiantuntijoista. Myös

uutta teknologiaa voidaan käyttää hyväksi. Mm. tietokoneohjelmilla on saatu hyviä tuloksia hyvin erilaisten ryhmien keskuudessa. (Songer et al, 2003)

Tutkivan lähestymistavan avulla oppimisen mallia voidaan kuvata syklisenä prosessina, jossa toistuvat kontekstin luomisen, ongelmien asettamisen, työskentelyteorian luomisen ja syventävän tiedon hankkimisen vaiheet. Vaiheet kemian opetuksen kannalta voidaan esittää seuraavan kaavion (kuva 1) avulla. Kaavio on laadittu Hakkaraisen et al. (2004) sekä Juutin (2002) pohjalta.



Kuva 1. Tutkivan oppimisen prosessi kemian opetuksessa.

Tutkimuksen parissa työskennellessä lasten tavoitteena on pyrkiä ensin löytämään jokin toistuva kaava, jonka kautta voidaan löytää asioiden välisiä riippuvuuksia. Riippuvuussuhteita voivat löytää ja havaita hyvinkin nuoret lapset, kunhan heidät ohjataan aiheisiin, joissa tällaisia löytöjä on mahdollista tehdä. Riippuvuuksien löytäminen ei kuitenkaan ole samaistettavissa ilmiön selityksen löytämisen kanssa. Erityisesti nuoret lapset eivät useinkaan löydä ilmiölle tiedemaailmassa hyväksyttyä selitystä, vaikka pystyisivätkin päättämään oikeita asioiden riippuvuuksia toisistaan. Selityksen löytäminen mahdollisimman tehokkaasti ei kuitenkaan ole välttämättä prosessissa olennaisinta. Vasta pitkällisen prosessin jälkeen oppilaat muodostavat havaitsemilleen kaavoille parhaimman mahdollisen

selityksen. Näitä selityksiä on syytä käydä läpi yhdessä. Prosessinomaisessa lähestymistavassa oppilailla on mahdollisuus pönkittää itseluottamustaan ja oppia omien ajattelutapojensa käytöstä. Luonnontieteellisten ilmiöiden pohtiminen, selitysten löytäminen ja kyseenalaistaminen sekä kriittinen ajattelu auttavat heitä hallitsemaan omaa oppimistaan. Vaikeutena tutkivassa prosessissa on ilmiön selityksen tuottaminen. Toisaalta oppilaiden tulisi saada rakentaa itse omat teoriansa, mutta kuitenkin jollain tapaa on löydettävä myös tiedeyhteisön hyväksymät selitykset. Oppilaiden tulee siten oppia pohtimaan, ovatko heidän löydöksensä myös tiedeyhteisön hyväksymiä. (Magnusson & Palincsar, 1995)

3.1.4 Tutkivan lähestymistavan hyötyjä

Viime vuosina on maailmalla käynnistetty monia ohjelmia, jotka tukevat tutkivan menetelmän oppimista. Tutkimuksissa on todettu, että tutkivalla lähestymistavalla saavutetaan konkreettisia oppimistuloksia. Zachos et al (2000) totesivat tutkimuksessaan, että yläasteikäiset koululaiset pystyvät varsin lyhyessä ajassa muodostamaan käsityksiä luonnontieteellisistä lainalaisuuksista ja testaamaan niitä kokeellisesti tutkivan lähestymistavan avulla. Perinteisellä kouluopetuksella pysyvään käsitteenmuodostukseen vaaditaan huomattavasti pidempiä ajanjaksoja. Myös White & Frederiksen (1998) ovat todenneet tutkivan lähestymistavan helpottavan pysyvän käsitteen omaksumista. Lisäksi lakien ja mallien omaksuminen ja niiden soveltamistaidot ovat kehittyneet tutkituilla oppilailla. Tutkimusprojektit usein myös tähtäävät siihen, että tieteellisestä tiedosta olisi apua arkielämän ongelmien ratkaisussa (Songer et al, 2003). Kun tutkimustyössä käytetään myös lukemista, kirjoittamista ja matematiikkaa, kehittää projektiluontoinen työskentely taitoja myös luonnontiedekonseptin ulkopuolelta. (Magnusson & Palincsar, 1995)

Crawford (2000) on tutkimuksessaan todennut, että tutkivaa lähestymistapaa toimivasti toteuttavan luokan opetuksessa ilmenee seuraavia asioita: Työskentelyn ohjeistus on sisällytetty sitä ohjaavaan ongelmaan, tietoa käsitellään monipuolisesti, oppilaat ja opettaja toimivat yhdessä, yhteys yhteiskuntaan on selkeä, opettaja on tutkijan käyttäytymisen mallina, ja oppilaat saavat ja haluavat itse kantaa vastuuta työstään. Erityisesti oppilaiden omistautuminen on suurta

oppilaskeskeisissä projekteissa. Tutkivan lähestymistavan mukainen oppiminen ei kuitenkaan edellytä vastuun täydellistä siirtoa oppilaille. Ryhmän, jolla on vain vähän kokemusta tutkivasta otteesta, on syytä lähteä liikkeelle selkeän opettajajohtoisesti (Songer et al 2003; Bybee 2004).

3.1.5 Esteitä tutkivan lähestymistavan toteutukselle

Tutkiva lähestymistapa on ollut tärkeä osa kemian opetusta jo vuosikymmeniä. Ainoastaan sen avulla saavutettavat tavoitteet ja painotukset ovat vuosien varrella vaihdelleet. Vaikka lähestymistapaa on suositeltu luokkaopetukseen, se ei ole saanut suurta suosiota kentällä olevien opettajien keskuudessa. Ympäri maailmaa kaikkina aikakausina on todettu vaikeudet projektien toteuttamiseen ajan tai muiden resurssien puutteen takia. (Deboer, 2004) Esimerkiksi Suomen lukioissa paine menestyä valtakunnallisissa kokeissa on niin suuri, ettei uusia menetelmiä uskalleta ajan tuhlauksen pelossa kokeilla (Aksela & Juvonen, 1999).

Tutkivaan lähestymistapaan pohjautuva opiskelu saattaa ensi vilkaisulta näyttää kohtuuttoman aikaa vievältä. Vaikealta voi tuntua myös tarpeeksi motivoivien tutkimusaiheiden valinta. Tutkivan lähestymistavan mukainen oppiminen vaatiikin opettajalta heittäytymistä kemian vietäväksi oppikirjan seuraamisen sijasta. On selvittettävä, mikä aihealueessa on keskeistä. Tutkivan oppimisen prosessista ei koskaan voi olla varma, mihin se johtaa, mutta juuri tämä tekee opettamisesta ja opiskelusta mielenkiintoista ja haastavaa. (Juuti, 2002)

3.2 Tutkiva lähestymistapa ja kokeellisuus kemian oppimisessa

Tieteessä luonnontieteiden kokeellisuuden tavoitteena on luonnontieteellisen tiedon hankkiminen sekä tiedonhankintamenetelmien ja laitteiden kehittäminen. Tiedemiehet sekä luonnontieteiden opettajat ovat jo satoja vuosia olleet vakuuttuneet kokeellisuuden tärkeydestä myös kemian oppimisessa. Kokeellisuuden määrä ja perustelut sen käyttämiselle ovat tosin vaihdelleet paljon, riippuen esimerkiksi vallitsevasta filosofisesta suuntauksesta. (Lavonen, Meisalo et al. 2005) Koulussa tehtäviä kokeita on syytetty liiasta reseptinomaisuudesta ja ideaalisuudesta, eivätkä oppilaat tunnu ymmärtävän, miksi niitä tehdään. Tutkivan lähestymistavan kehittämisessä on lähdetty

liikkeelle tieteen luonteen analysoinnista. Pyrkimyksenä on muodostaa opetus-opiskelu-oppimis-prosessi, jossa oppilaat opiskelevat yhdessä aktiivisesti opettajan ohjauksessa ja ovat koko ajan tietoisia työskentelynsä tavoitteesta. (Juuti, 2002)

Kokeellisuus on opetuksessa perinteisesti demonstraatioiden ja oppilastöiden tekemistä tai työskentelyä laajempien projektien parissa. Kokeellisuus on kuitenkin käsitteenä huomattavasti laajempi käsittäen edellä mainittujen lisäksi myös ongelmanratkaisun, videoiden seuraamisen, vierailukäynnit ja kerronnallisen työskentelyn. Kokeellisuuden keskeisiä tavoitteita ovat oppilaan oppimisen tukeminen ja persoonallisuuden monipuolinen kehittäminen. Kokeellisten työtapojen käyttöön opetuksessa liittyy kuitenkin myös ongelmia. Mikäli kokeellisen työtavan valintaan ei kiinnitetä riittävää huomiota, se jää helposti muusta opiskelusta irralliseksi. Usein kokeellista työskentelyä ei myöskään oteta osaksi arviointia, jolloin sen merkitys sekä opettajan että oppilaan silmissä on vähäisempää. (Meisalo & Lavonen, 1994; Lavonen, Meisalo et al., 2005)

Kokeellinen toiminta ei aina johda aktiiviseen tiedon käsittelyyn ja oppilaan omakohtaiseen tiedon konstruointiin, vaikka se tavoitteena olisikin. Kokeellisuus voi helposti pelkistyä pelkäsi motoriseksi toiminnaksi. Aktiivisuus kokeellisessa työskentelyssä ei ole pelkkää motorista aktiivisuutta, vaan ennen kaikkea aktiivista tiedonkäsittelyä. Siten ei ole suurta merkitystä sillä, onko kokeellinen työ demonstraatio vai omakohtaisesti suoritettu työ. Jos kokeellisuuden kuitenkin toivotaan kehittävän laajasti oppilaan persoonallisuutta, on tärkeää, että oppilas itse myös työskentelee kokeellisesti. Vain tällöin voivat kehittyä oppilaan persoonallisuuden osa-alueet ja sosiaalisen vuorovaikutuksen taidot. (Lavonen, Meisalo et al., 2005) Kokeellisuutta opetuksessa käytettäessä on syytä olla selvillä oppilaan kehitystasosta ja siitä, mitä tavoitteita sillä halutaan saavuttaa. Esimerkiksi lyhyiden havainnollistavien kokeiden tarkoitus voi olla käsitteiden oppimisen tukeminen tai keskustelun herättäminen aiheesta. Tarkkojen ohjeiden mukaisen työskentelyn tavoitteena taas voi olla kädentaitojen harjaannuttaminen tai tutkimusprosessin havainnollistaminen. Avoimien ja laajojen tutkimuksien avulla pyritään usein kehittämään oppilaan tutkimistaitoja. (Watson, 2000)

Koulussa toteutettavat kokeelliset työt ja tutkimukset eroavat toisistaan avoimuuden suhteen. Tehtävät ovat avoimia, kun oppilaalle annetaan mahdollisuuksia aloitteellisuuteen, ideointiin, päätöksentekoon, vastuun ottamiseen, pitkäjänteiseen omaehtoiseen toimintaan ja itsearviointiin. Avoimuus on edellytyksenä itsenäiselle työskentelylle. Itsenäisyyttä rajoittavia tekijöitä voivat olla mm. käytettävissä oleva aika, välineet, oppilaiden persoonallisuuden kehitystaso, kognitiivinen taso ja oppilaiden harjaantumattomuus itsenäiseen työskentelyyn. Avoimuuden astetta voidaan vähitellen kohottaa oppilaiden valmiuksien lisääntyessä. (Lavonen, Meisalo et al., 2005) Valitulla kokeellisuuden tyypillä on vaikutusta oppilaiden motivaatioon. Avoimien tutkimusten tekemiseen, johon oppilas voi tuntea sitouttaneen itsensä, ollaan motivoituneempia. (Watson, 2000)

Luonnontieteellinen tutkimus määritellään perinteisesti siten, että siinä on suunnittelu-, mittaus-, havainnointi-, analysointi- ja luotettavuudentarkasteluvaihe. Koulussa toteutettavissa tutkimuksissa kaikkia tieteellisen tutkimuksen vaiheita ei aina ole tarkoituksenmukaista suorittaa. Tutkimuksen eri vaiheet voivat myös painottua eri tavalla riippuen siitä, mitä tavoitteita tutkimuksen tekemisellä halutaan saavuttaa. Huomioitavaa on, että oppilaat eivät entuudestaan tunne tutkimuksen teon vaiheita ja raportoinnin muotoja, joten nämä on heille erikseen opetettava. (Lavonen, Meisalo et al., 2005) Ensisijaisena tavoitteena opettajilla tutkimuksen teettämisessä on useimmiten tieteellisten käytäntöjen sisäistäminen. Toissijaisena tavoitteena tulevat usein kyseessä olevaan asiaan liittyvät käsitteenmuodostusprosessit, ja kolmas tavoite tutkimusten yhteydessä on kokeellisen tiedon ja teorian välisen yhteyden havaitseminen. Oppilaat itse harvoin näkevät tutkimuksissa tavoitteena olevan muun kuin sisällön oppimisen. Tällöin opettajan on syytä informoida oppilaita myös taidollisista tavoitteista. (Watson, 2000)

Oppilaan tekemällä luonnontutkimustehtävällä tarkoitetaan kokeellista toimintaa, jossa oppilas määrätietoisesti tutkii luonnon ilmiötä, suunnittelee koejärjestelyä ja tulkitsee tuloksia. Kokeellisen toiminnan toivotaan siten tukevan tiedon luomisen

prosesseja. Luonnontieteellisen kokeen teko edellyttää oppilaalta mm. perehtymistä luonnon tutkimukseen, tutkimuksen aihepiiriin ja menetelmiin, yhteistoiminnallista oppimista, kykyä erottaa olennainen epäolennaisesta, taitoa esittää tietoa selkeässä muodossa sekä taitoa arvioida tulosten luotettavuutta ja tarkkuutta. Tutkimuksissa on todettu, että oppilaiden omasta mielestä tutkimistehtävät ovat lisänneet mm. heidän tietojenkäsittelytaitojaan, pitkäjänteisyyttään, tietojaan tutkittavasta aiheesta ja tutkimuksen tekoprosessista, yhdessä toimimistaitojaan sekä ajankäytön hallintataitojaan. (Lavonen, Meisalo et al., 2005)

Tutkivaa oppimista lähestymistapana ilmentävät tehtävät ovat usein projektiluontoisia töitä, joihin osana kuuluu kokeellista työskentelyä. Tutkimuksen malli saattaa olla hyvinkin paljon perinteisen luonnontieteellisen tutkimuksen tyyppinen. Kokeellisuus ei kuitenkaan ole ehdoton vaatimus tutkivan lähestymistavan toteuttamiseen. Tutkivaan lähestymistapaan perustuvan oppimisen peruspiirteitä ovat tutkimusongelmaan sitoutuminen, tutkimuksen avulla saavutettujen tulosten käyttö vastauksen laatimisessa, jo olemassa olevaan tieteelliseen tietoon vertaaminen sekä saatujen vastausten luotettavuuden arviointi. Näitä kaikkia osa-alueita voidaan toteuttaa myös ilman kokeellista työskentelyä, esimerkiksi kirjallisen materiaalin parissa työskentelemällä. (Bybee, 2004) Usein kuitenkin erityisesti nuorten lasten mielestä kokeellisen työskentelyn sisällyttäminen prosessiin on mielekkäämpää.

3.3 Tutkiva lähestymistapa perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa 1.–6. luokkien osalta

3.3.1 Yleistä

Tämän tutkimuksen teoriaosuudessa tarkastellaan sekä uusia, vuonna 2004 voimaan tulleita, että vanhoja, vuonna 1994 voimaan tulleita perusopetuksen opetussuunnitelman perusteita. Perusteluna tälle on se seikka, että tutkimuksessa oletetaan tällä hetkellä alakouluiässä olevien lapsien todennäköisemmin saaneen opetusta vanhojen opetussuunnitelman perusteiden mukaan, mutta uusien opetussuunnitelman perusteiden mukanaan tuomat linjaukset ovat saattaneet vaikuttaa joidenkin oppilaiden opetukseen. Lisäksi on hyvä tuoda esille

opetussuunnitelmauudistuksen mukanaan tuomat muutokset tutkivaa lähestymistapaa koskien. Uuden opetussuunnitelman tulee olla käytössä kaikissa peruskouluissa viimeistään 1.8.2006.

3.3.2 Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 1994

Vuonna 1994 voimaan tulleet opetussuunnitelman perusteet (POPS 1994) määrittelevät ympäristö- ja luonnontiedon ainekokonaisuudeksi, joka sisältää biologian, maantiedon, ympäristöopin ja kansalaistaidon tavoitteita ja sisältöjä. Lisäksi oppilailla tulee olla myös mahdollisuus tutustua kemian ja fysiikan ilmiöihin sekä niihin liittyviin teknisiin sovelluksiin.

Oppiainekokonaisuuden tehtävä on tutustuttaa oppilas luontaisen kiinnostuksen pohjalta yksinkertaisiin luonnontieteellisiin tutkimusmenetelmiin. Oppimisprosessissa edetään ilmiöiden havaitsemisesta peruskäsitteiden jäsentämiseen ja tiedon soveltamiseen arkielämässä. Ainekokonaisuus luo pohjaa luonnontieteellisen ajattelun kehittymiselle. Oppilaiden aktiivisuus sekä yhteistoiminnallisuus ovat olennaisessa asemassa. Opiskelun pohjana ovat oppilaan omat elämykset, kokemukset ja havainnot. Laajemmassa skaalassa ympäristö- ja luonnontiedon tavoitteena on tukea oppilaan kasvua sekä tutkivaksi että toimivaksi kansalaiseksi.

Eritellymmiin tutkimalla pyritään kehittämään ilmiöiden havaitsemistaitoja, esittämään kysymyksiä ja vertailemaan, tekemään havaintoja ja kirjaamaan niitä ylös, tulkitsemaan tuloksia ja arvioimaan niitä sekä tekemään johtopäätöksiä.

3.3.3 Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2004

Vuonna 2004 voimaan tulevissa perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa (POPS 2004) tutkiva lähestymistapa mainitaan olennaisena osana 1.–4. luokilla opetettavan ympäristö- ja luonnontiedon opetusta. POPS 2004:n mukaan ympäristö- ja luonnontiedon opetus tukeutuu tutkivaan ja ongelmakeskeiseen lähestymistapaan, jossa lähtökohtana ovat oppilaan ympäristöön ja oppilaaseen itseensä liittyvät asiat, ilmiöt ja tapahtumat sekä oppilaan aikaisemmat tiedot,

taidot ja kokemukset. Tavoitteena on luoda myönteinen ympäristö- ja luontosuhde.

Oppilaan tulisi oppia hankkimaan tietoa luonnosta ja ympäristöstä havainnoimalla, tutkimalla ja erilaisia lähdeaineistoja käyttämällä. Havaintoja opitaan tekemään aisteja ja yksinkertaisia tutkimus- ja mittavälineitä käyttäen. Havaintoja tulee osata kuvailla, vertailla ja luokitella ominaisuuksien perusteella. Huomiota tulee oppia keskittämään tutkittavan kohteen olennaisiin piirteisiin. Työskentelyn tulee aina olla turvallista.

4. luokan päättyessä oppilaan tulisi osata tehdä ohjatusti yksinkertaisia tutkimuksia, jotka kohdistuvat luontoon, luonnon ilmiöihin ja rakennettuun ympäristöön. Lisäksi oppilaan tulee osata käyttää erilaisia tietolähteitä ja vertailla eri tavoin hankkimaansa tietoa sekä ilmaista tutkimuksessa koottuja havaintoja puhuen, kirjoittaen ja piirtäen.

5.–6.-luokkalaisten oppiaineista tutkiva lähestymistapa mainitaan biologiassa luonnon tutkimisena ja siihen liittyvänä tulosten ilmaisemisen taitoina. Erityisesti sitä korostetaan fysiikan ja kemian opiskelussa, jonka lähtökohtana ovat oppilaan aikaisemmat tiedot, taidot ja kokemukset sekä ympäristön kappaleista, aineista ja ilmiöistä tehdyt havainnot ja tutkimukset. Oppilaiden tulee oppia tekemään havaintoja ja mittauksia, etsimään tietoa tutkittavasta kohteesta sekä pohtimaan tiedon luotettavuutta. Havainnoista ja mittauksista on myös osattava tehdä johtopäätöksiä ja luonnonilmiöihin ja kappaleiden ominaisuuksiin liittyviä syy-seuraus-suhteita on pyrittävä tunnistamaan. Tavoitteena on myös oppia tekemään yksinkertaisia luonnontieteellisiä kokeita, joissa selvitetään ilmiöiden, eliöiden, aineiden ja kappaleiden ominaisuuksia sekä niiden välisiä riippuvuuksia. Lisäksi harjaannutaan käyttämään luonnontieteellisen tiedon kuvailemisessa, vertailemisessa ja luokittelussa fysiikan ja kemian alaan kuuluvia käsitteitä.

6. luokalla mittaustuloksia tulisi osata esittää esimerkiksi taulukoiden avulla. Kuudesluokkalaisten tulisi myös oppia käyttämään käsitteitä, suureita ja niiden yksiköitä aineiden, kappaleiden ja ilmiöiden ominaisuuksien kuvailemisessa, vertailemisessa ja luokittelussa. Lisäksi tuloksia tulee oppia vertaamaan

aikaisempiin tietoihin, tutkimuksiin sekä muiden kanssa käytyihin keskusteluihin, ja niiden pohjalta on pyrittävä pohtimaan tietojen oikeellisuutta

4 Tietokoneavusteinen kemian oppiminen

4.1 Tietokoneavusteisuus oppimisen tukena

Tietokoneavusteinen opetus voidaan karkeasti jakaa kolmeen luokkaan: oppimisympäristöihin, opetusohjelmiin ja etäopiskelumateriaaleihin.

Oppimisympäristöllä tarkoitetaan sitä kokonaisuutta, jossa oppiminen tapahtuu. Sen tehtävänä on tukea oppimista mahdollisimman monella alueella. POPS 2004:n mukaan oppilaiden oppimisympäristön varustuksen tulee tukea oppilaan kehittymistä nykyaikaisen tietoyhteiskunnan jäseneksi ja antaa mahdollisuuksien mukaan tilaisuuksia tietoverkkojen käyttämiseen. Oppimisympäristö on avoin, kun opiskelijalla on mahdollisuus valita siitä ne välineet tai materiaalit, jotka auttavat häntä parhaiten ymmärtämään opiskelemaansa kokonaisuutta. Tietotekniikkaa tulisi käyttää oppimisympäristössä opiskelijan tiedonrakentamisprosessin tukena. Avoimessa oppimisympäristössä opiskelijan käytössä voi olla monia tietoteknisiä sovelluksia. Tietoverkot mahdollistavat tiedonhaun paikallisen ympäristön ulkopuolelta, esimerkiksi hakukoneita tai sähköpostia käyttämällä. Tekstinkäsittely- ja taulukkolaskentaohjelmat voivat tukea monenlaisessa oppimisessa. Kognitiiviset ohjelmat tarjoavat apua ajatteluprosessin tueksi. Esimerkki näistä on käsitekarttaohjelmat. Digitaaliset oppimateriaalit ovat paikallisesti käytettävissä olevia aineistoja, kuten cd-romeja. Oppimisen tukena voidaan käyttää myös erilaisia virtuaalimaailmoja. (Meisalo et al., 2000)

Opetusohjelman rooli oppimisprosessissa muistuttaa perinteistä opettajaa. Ohjelma toimii opettajana, oppimisprosessin johtajana ja ohjaajana. Opetusohjelmat soveltuvat koulun lisäksi käytettäväksi kotona ja vapaa-aikana. Yleisimpiä opetusohjelmia ovat harjaannutusohjelmat, joilla harjoitellaan mekaanisia taitoja, kuten laskutehtäviä. Tyypillisiä harjaannuttamisohjelmia ovat monivalintatehtävät, puuttuvien sanojen täydentäminen ja vastaavuuksien yhdistäminen hiirellä. Kuulusteluohjelmilla voidaan korvata perinteisiä kokeita. Opetuspelit pyrkivät luomaan motivoivan ympäristön oppimiselle. Oppija voi

niissä kilpailla tietokoneen tai muiden pelaajien kanssa. Perehdyttämisohjelmissa pääpaino on uuteen asiaan tutustumisessa. Ne ovat yleensä systemaattisia johdatuksia opetettavaan asiaan ja sisältävät omaksumista tarkistavia tehtäviä. (Meisalo et al., 2000)

Etäopetukselle tyypillistä on, että opettaja ja opiskelijat ovat fyysisesti etäällä toisistaan. Etäisyys pyritään ylittämään teknisin keinoin, kuten radion, television tai videoneuvottelun avulla. Tällä hetkellä suurimpia odotuksia asetetaan internetin tarjoamiin mahdollisuuksiin. Etäopetuksen erilaisissa ratkaisuissa pidetään tärkeänä kaksisuuntaisen vuorovaikutuksen mahdollisuutta. Ohjaajalla täytyisi olla mahdollisuus tukea opiskelijan motivaatiota ja sitoutumista välittömän palautteen avulla, ja opiskelijalla täytyisi olla mahdollisuus soveltaa oppimiaan tietoja ja taitoja ja saada tukea edistymisensä itsearviointiin. (Meisalo et al., 2000)

Verkko-opetuksella tarkoitetaan opetusta, opiskelua ja oppimista, jota tuetaan erityisesti internetin kautta saatavilla aineistoilla. Verkkomateriaalilla tulee ymmärtää erityisesti opetus- ja opiskelutarkoituksiin luotua materiaalia. (Tella et al 2001) WWW-pohjaisessa oppimisympäristössä opettajan ja oppilaan perinteisiä rooleja pystytään murtamaan. Oppilaat pääsevät itse hakemaan informaatiota, joka aiemmin on välittynyt heille opettajan kautta. Opettajan työkuva muuttuu tällöin parhaimmillaan konstruktivismin mukaisesti tiedon jakajasta oppilaiden auttajaksi ja työnohjaajaksi. (Tella, 1997)

WWW-materiaali tarjoaa paljon uusia mahdollisuuksia perinteiseen painotuotteeseen verrattuna. Tietoverkossa oleva hypertekstimateriaali on yksi mahdollisuus tehdä monipuolista, adaptiivista oppimateriaalia. Hypertekstin sisältämät linkit voidaan toteuttaa siten, että ne mukautuvat käyttäjän tai sisällön perusteella. Tällöin oppimateriaalia voivat käyttää eritasoiset opiskelijat eri oppimistarkoituksissa. (Multisilta, 1997) Hypermedian avulla materiaalin tekstiin voidaan myös helposti linkittää esimerkiksi asiaa tukevia kuvia ja videoleikkeitä. Hypermediasovelluksia voidaan myös korjata tai päivittää tarvittaessa välittömästi, ja sähköposti mahdollistaa nopean kommunikoinnin materiaalin käyttäjien ja kehittäjien välillä. (Heikinaho, 2001; Winn, 2002)

Hyvä WWW-ympäristö on ominaisuuksiltaan käyttäjäystävällinen. Se on ulkonäöltään selkeä ja nopeasti latautuva. Sivujen rakenteen tulee olla sellainen, että käyttäjä on tietoinen sijainnistaan ja pystyy halutessaan selaamaan sivuja eteen- ja taaksepäin. Jokaisella sivulla täytyy olla paluu- tai etenemismahdollisuus. (Meisalo et al., 2000) WWW-sivuston ulkoasun suunnitteluun vaikuttaa paljon sen käyttäjäkunta. Käyttäjäkunnasta riippuu mm. sivujen tekstityyppi, kuvitus, tekstin määrä ja väritys. Pituudeltaan WWW-dokumentin on yleensä hyvä olla lyhyehkö. Sivun tulisi mahtua kerrallaan selaimen ikkunaan, jotta sisältöä ei joudu vierittämään esiin. Tämä on erityisen tärkeää silloin, kun sivu toimii jonkinlaisena pääsivuna. (Korpela & Linjama, 2003)

Tyyliltään WWW-sivuston tekstin tulisi olla selkokielistä asiattyliä. Sivuston käyttäjäkunnasta riippuen asiattyli voi olla vivahteeltaan vakavaa, viihteellisen rentoa tai persoonallista. Monesti satunnaisen sivuilla surffailijan ensimmäinen mielikuva sivustosta perustuu ulkoasun lisäksi juuri kirjoitustyyliin. Kuvat tuovat sivustolle usein ilmettä, mutta niiden käyttämisen tulee olla harkittua. Ainoastaan koristeena käytettävät kuvat eivät saa häiritä asiasisällön välittymistä. Isot kuvat voivat myös hidastaa sivuston latautumista. Erilaisten efektien käytössä tulee myös käyttää harkintaa. Esimerkiksi animaatiot ja liikkuvat tekstit harvoin ovat välttämättömiä ja hidastavat kuvien lailla latautumista. Liikkuvat tekstit ja kuvat ovat käyttäjälle myös vaikeita seurata. Suuret tietomäärät on syytä esittää taulukkomuodossa. Jokaisessa sivustossa tulee myös olla jonkinlainen yhteystietosivu, ja sivuston käyttäjälle on hyvä antaa mahdollisuus antaa palautetta palautelomakkeen tai sähköpostin kautta. (Korpela & Linjama, 2003)

4.2 Tietokoneavusteisuus kemian opetuksen tukena

Tieto- ja viestintätekniikka tarjoaa monia mahdollisuuksia kemian oppimisen tueksi. Selkeää hyötyä siitä on ollut erityisesti mallintamisen kehittämisessä. Mallintamiseen ja havainnollistamiseen voidaan käyttää esimerkiksi erilaisia mittausautomaatiojärjestelmiä ja simulaatioita. Mittausautomaatiojärjestelmien avulla voidaan kerätä ilmiöstä tietoa ja saada tieto graafiseen muotoon, jolloin sen

tulkitseminen helpottuu. Mittausjärjestelmän käytöllä voidaan ohittaa rutiinitehtäviä ja säästää siten aikaa itse ilmiöstä keskusteluun ja monipuoliseen mallintamiseen. Simulaatiot taas visualisoivat ilmiötä kuvaavaa mallia ilmiössä tapahtuvia muutoksia hyväksikäyttäen. Niiden avulla voidaan esimerkiksi tehdä harjoitteita, joita todellisessa maailmassa ei voida tehdä. Pieniä simulaatioita eli appletteja on tarjolla internetissä nykyään runsaasti. Simulaatioiden on todettu hyödyttävän oppimista parhaiten, kun niitä käytetään ongelmanratkaisussa tai konstruktivismiin mukaisessa tiedonrakentamisessa. Lisäksi ne ovat avuksi visuaalisesti oppiville oppilaille. Tietokoneavusteisten mallien on havaittu tukevan oppimista ja kehittävän oppilaiden visualisointikykyä. Lisäksi oppilaat ovat harjaantuneet muodostamaan näkemyksiä mallien mahdollisuuksista ja rajoituksista. (Winn, 2002; Aksela et al., 2004)

Suomessa on sekä peruskoulu- että lukiotasolla toteutettu FYKE-virtuaalikouluhanke. FYKE-hankkeessa tavoitteena oli kehittää pedagogisesti mielekkäitä tieto- ja viestintätekniikan opetuskäytön muotoja fysiikan ja kemian opetukseen. Hankkeessa kehitetty oppimisalusta kokoaa yhteen erilaisia oppimista tukevia tietoteknisiä välineitä: oppimateriaaleja, keskustelufoorumia, ryhmätyökansioita, sähköisiä ilmoitustauluja, tiedonhakupälineitä sekä havainnollistamisvälineitä. Oppimisalusta mahdollistaa yhteistyön järjestämisen, vaikka opiskelijat olisivat fyysisesti eri paikoissa. Oppimisalusta tarjoaa myös tukea tiedon rakenteluun, raporttien julkaisuun ja keskusteluun. (Juuti et al., 2004)

WWW-pohjaisia oppimateriaaleja on kemian opetuksessa tutkittu vielä varsin vähän, vaikka niitä on julkaistu internetissä jo huomattavan paljon. Erityisesti oppimateriaalia opettajien tueksi on tarjolla nykyään huokeita määriä. Suoraan oppilaille suunnattua materiaalia on tarjolla niukemmin.

Aksela on kehittänyt lukion ja perusopetuksen orgaanisen kemian opiskeluun WWW-pohjaisen oppimisympäristön, jota kutsutaan *tutkimustoriksi*. Tutkimustori koostuu tutkimus-, kirjasto-, keskustelu- ja arviointiosastosta, joita oppilaat voivat käyttää tutkimuksissaan pyrkiessään kohti ennalta määriteltäviä tavoitteita. Oppilailla on käytössään mittausautomaatiojärjestelmä, mahdollisuus hakea tietoa internetin kautta sekä mahdollisuus konsultoida asiantuntijoita.

Alustavien tapaustutkimustulosten mukaan tutkimustori tarjoaa joustavan ja tehokkaan oppimisympäristön kemian opiskeluun. Oppilaat olivat innostuneita, aktiivisia ja halukkaita käyttämään tutkimustoria myös jatkossa. (Heikinaho, 2001)

Akselan laatiman orgaanisen kemian tutkimustorin pohjalta kehitti Heikinaho (2001) pro gradu -työnään ympäristökemian tutkimustorin. Tutkimustori on suunnattu lukion kemian opiskeluun, ja tutkimuksien tarkempana aiheena on vesistöjen happamoituminen. Tutkimustorin kehitystyössä hyödynnettiin Akselan tutkimustorista saatua palautetta. Palautetta kerättiin opettajilta myös tutkimustorin kehittämisen aikana.

Tutkimustorisovelluksen pohjalle kehittivät vielä Muurinen & Skarp (2004) laskennallisen kemian tutkimustorin. Tämä tutkimustori on myös suunnattu lukiolaisille. Tori mahdollistaa molekyylien kolmiulotteisen mallituksen ja kemiallisten reaktioiden havainnollistamisen molekyylitasolla. Tutkimustorin tehtävät ovat monitasoisia ja sisältävät kokeellisesti, mallintamalla sekä kaavatasolla suoritettavia osatehtäviä.

Varjola (2000) on tutkinut internetin käyttöä kemian opiskelussa yleisemmällä tasolla. Hän on tutkimuksessaan pyrkinyt selvittämään, miten internetiä käytetään kemian tunneilla. Tutkimuksessa pyrittiin selvittämään, miten tavoitteisuus ja vuorovaikutus toteutuvat internetiä käytettäessä ja miten internet on otettu käyttöön välineenä. Tutkimustulosten perusteella Varjola totesi internetin olevan väline, joka voi uutuudellaan innostaa oppilaita mutta myös hyödyttää havainnollistamisessa ja auttaa tavoitteisuuden ja vuorovaikutteisuuden toteutumisessa tunneilla.

Ahonen (2005) kehitti lukion kemian opetuksen tueksi kemian historiaa käsittelevän WWW-oppimateriaalin. Erityisesti sivustolla keskitytään happamuuskemian historiaan. Sivuston tarkoituksena on innostaa kemian opettajia käyttämään kemian historiaa opetuksessa sekä auttaa opiskelijoita luomaan jäsentynyt kuva kemian kehittymisestä suhteessa yhteiskunnan kehitykseen.

WWW-materiaalia kemian oppimisen tueksi on kehitetty myös Kemian opetuksen keskuksen kursseilla. Kemian aineenopettajaopiskelijat ovat kehittäneet laaja-alaisesti kemiaan liittyviä opetuspaketteja kaikille luokka-asteille yhteistyötahojen kanssa. (LUMA-keskus, B.)

Peruskoulun viidesluokkalaisten fysiikan oppimisen tueksi on kehitystutkimuksessa (Juuti, 2005) kehitetty ASTEL-oppimateriaali. Tämä oppimateriaali toimii internetsivuilla. Sivustolla on mahdollisuus tutustua fysiikan ilmiöihin videoleikkeiden, kerrottujen tarinoiden ja opetuspelien avulla. Sivustolla on ohjeita kokeellisten töiden suorittamiseen. Materiaalissa on osioita, jotka on suunnattu suoraan lapsille, sekä osioita, jotka sisältävät opettajille suunnattuja ohjeita ja lisätietoa. Myös kemiasta ollaan kehittämässä ASTEL-sivuille vastaava oppimateriaali. (ASTEL)

Alakouluikäisille lapsille suunnattuja sivustoja internetissä ovat mm. *Aarre maan syvyydestä* -verkkokoulu sekä Finfoodin *Alli*-oppimateriaali. Kansainvälisesti lapsille kehitettyjä sivustoja on internetissä paljon. Esimerkkejä Ruotsissa kehitetyistä sivuista samanikäisille ovat *Gilbert – draken som gör kemi roligt och spännande* ja *Vattenkikaren*. (LUMA-keskus, B.) Yhdysvalloissa kehitettyjä sivuja ovat esimerkiksi *Cool Science for Curious Kids* (HHMI), *Weather Eye*, *EcoKids*, *Space Place*, *Ask-A-Scientist* (FCIC) sekä *Science News for Kids* (“Science...”).

4.3 Ksenonit-virtuaalikerho

KSENONIT-hanke on marraskuussa 2003 alkanut Helsingin yliopiston LUMA-keskuksen tutkimus- ja kehittämishanke, jonka näkyvin osa on luonnontieteistä kiinnostuneille alakouluikäisille lapsille suunnattu *KSENONIT*-virtuaalikerho. Kerho toimii WWW-sivustolla internetissä. Tietoteknisesti luokiteltuna sivusto on WWW-ympäristössä toimiva etäopetusmateriaali. Sivuston kehittäminen tapahtuu Helsingin yliopiston kemian laitoksen Kemian opetuksen keskuksessa. Virtuaalikerhon tavoitteena on tukea lasten luonnontieteellistä harrastuneisuutta. Sen tarkoitus on kannustaa lapsia ja nuoria opiskelemaan, tutkimaan ja

havainnoimaan itse erilaisia luonnon ilmiöitä ja käsitteitä. Lisäksi *KSENONIT*-sivuston avulla pyritään toteuttamaan opetusministeriön viime aikoina painottamaa tiedekasvatusta. Koska kerho on virtuaalinen, suomalaislapsilla on mahdollisuus osallistua sen toimintaan asuinkunnasta tai -valtiosta riippumatta. Sivustolla oli lokakuun 2004 ja tammikuun 2005 välisenä aikana kuukausittain keskimäärin 1400 kävijää.

KSENONIT-sivut tarjoavat kuukausittain vaihtuvan teeman, johon liittyen sivustolla julkaistaan ohjeistettuja kokeellisia töitä, eri alojen edustajien haastatteluja ja kirja-arvosteluja. Syksyn 2004 teemaksi sivustolle suunniteltiin *Maan aarteet*. Lapsilla on myös mahdollisuus esittää luonnontieteeseen liittyviä kysymyksiä sivuston maskotin, *Jipon*, kysymyspalstalla. Sivuston ulkoasu ja käytettävyys on suunniteltu hyvän WWW-sivun ominaisuuksia ja lapsikäyttäjiä ajatellen: tekstin fonttikoko on suurta ja yksittäisen sivun asiamäärä on pyritty pitämään mahdollisimman vähäisenä. Sivuilla käytetään myös iloisia värejä ja piirroskuvitusta. Linkkien avulla sivustolla liikkuminen on pyritty tekemään selkeäksi.

Verkkosivujen käytetyin osio on ohjeistettuja kokeellisia töitä sisältävä *Tutki ja Tuumaa*. Tämän palstan etusivulla on keskimäärin 940 kävijää kuukaudessa. Palstalla julkaistavia kuukauden teemaan liittyviä töitä lapset voivat tehdä vanhempien henkilöiden valvonnassa esimerkiksi koulussa, kerhossa tai kotona. Myös aikaisempien kuukausien teemojen mukaiset työohjeet ovat jatkuvasti sivuilla nähtävissä. Kokeelliset työt on laadittu siten, että niiden tekemiseen tarvittavat aineet ja välineet löytyvät jokaisesta kodista tai lähimmästä ruokakaupasta. Ohjeet on myös pyritty kirjoittamaan mahdollisimman selkeästi ja yksityiskohtaisesti siten, että lukutaitoinen lapsi kykenee ymmärtämään ne itse. Työt eivät ole pelkkää puuhastelua, vaan niiden taustalla on aina opiskeltava teoria. Töiden taidolliset tavoitteet ovat uusien opetussuunnitelman perusteiden (POPS 2004) mukaisia, mutta sisällöllisesti osa aiheista on opetussuunnitelman perusteita laajempaa. Koska sivuston töitä oletetaan tekevän erityisesti asiaa harrastavien lapsien, opetussuunnitelman perusteiden ulkopuolisten sisältöjen tarjoaminen on mielekästä motivaation ja oppimiskokemusten kannalta. Osasta tutkimuksia lapsilla on mahdollisuus laatia raportti, jonka yliopistolle lähettämällä

automaattisesti liittyy maksuttomaan *KSENONIT*-klubiin. Parhaat raportit kuukausittain palkitaan esimerkiksi kokeellisen työskentelyn välineistöllä tai kemiaan liittyvillä painotuotteilla. Syksyn 2004 aikana kaikki yliopistolle lähetetyt 46 raporttia palkittiin.

5 Maan aarteiden kemia teemana Ksenonit-virtuaalikerhossa

5.1 Taustaa

KSENONIT-sivustolla julkaistiin syksyllä 2004 osana tätä tutkimusta *Maan aarteet* -teeman mukaisia kokeellisia töitä. Tämä teema käsittää aineita, jotka esiintyvät maa- tai kallioperässä ja joita nyky-yhteiskunnassa käytetään hyödyksi. Syksyn 2004 tarkemmiksi teemoiksi *Maan aarteista* valittiin maaperä ja kivet, metallit, öljy sekä kaasut. Tässä kappaleessa perehdytään näiden aineryhmien kemiallisiin ominaisuuksiin, joita kokeellisten töiden laatimisessa on hyödynnetty. Lasten ei oleteta omaksuvan teoriaa siinä laajuudessa, missä se tässä esitetään. Kaasujen yhteydessä käsitellään myös kemialliseen reaktioon liittyvää teoriaa, koska sitä hyödynnettiin kaasuihin liittyvässä kokeellisessa työssä.

5.2 Maaperä ja kivet

5.2.1 Maaperä

Maaperä on muodostunut kiinteistä, nestemäisistä ja kaasumaisista osista. Kiinteää ainesta ovat kallioperästä rapautunut kiviaines ja eliöyhteisön jäännöksistä muodostunut orgaaninen aines. Maaperän neste muodostuu maavedestä, jonka määrä ja koostumus vaihtelevat. Maaperän kaasut muodostavat maan sisäisen ilmakehän, joka eroaa koostumukseltaan ulkoisesta ilmakehästä. (Westman, 1991)

Maaperä on luonnonkasvien kasvualusta. Maalajien ominaisuudet määritellään maaperätekijöiden mukaan, ja ne vaikuttavat kasvien kasvuun välillisesti. Kasvien on saatava maaperästä riittävästi vettä ja ravinteita. Kasveille käyttökelpoisen veden määrään vaikuttavat ennen kaikkea maan vedenpidätysominaisuudet. Vesi pidättyy maahan toisaalta hiukkasten pinnoille van der Waalsin voimien myötä muodostuneen vesivaipan, toisaalta hiukkasten välisiin huokosiin kapillaari-ilmion seurauksena pidättyvän veden seurauksena. (Westman, 1991; Sahlberg, 1992)

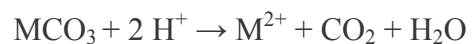
Yksi maaperän ominaisuuksista on huokoisuus. Tämä mahdollistaa aineiden suodattumisen maaprofiilissa. Eri maalajeilla on erilainen raekoko, mikä vaikuttaa maaperän huokosrakenteeseen. Huokosrakenne määrää maaperän vedenpidätyskyvyn ja vedenläpäisevyyden. Suurissa huokosissa vesi painuu painovoiman vaikutuksesta alaspäin ja huokokset ovat yleensä ilman täyttämiä. Keskikokoiset huokokset pidättävät vettä painovoimaa vastaan niin, että vesi on kasvien käytettävissä. Liian pienet huokokset pidättävät veden niin tehokkaasti, että veden liikkuvuus hidastuu estäen kasvien tehokkaan veden- ja ravinteidensaannin. Huokoisuus on yleensä suoraan verrannollinen maalajin raekokoon: mitä suuremmat maahiukkaset, sitä suurempi huokoisuus. (Westman, 1991; Sahlberg, 1992) Maa-aineksen orgaanisen aineen osuus vaikuttaa vedenpidätyskykyä lisäävästi. (Brady & Weil, 2004)

Maaperän kiinteän aineksen raekoon avulla voidaan määritellä maalajiteluokituksia. Suomessa yleisimmin on käytössä nk. *Atterberg* 'in luokitus, jossa erotetaan pienenevän raekoon mukaan kivet, sora, hiekka, hieta, hiesu ja saves. Nämä maalajitteet ovat muodostuneet vuosien kuluessa kallioperän rapautumisen seurauksena. Maalajia määritettäessä on raekokojakauman lisäksi huomioitava maaperän synty tapa. Veden ja tuulen toiminnan seurauksena on syntynyt lajittuneita maalajeja ja mannerjään toiminnan vaikutuksesta lajittumattomia maalajeja, moreeneja. Maan pintaan ja sen sisään muodostuu kasvien karikkeesta myös orgaanista ainesta, kuten turvetta. (Westman, 1991)

5.2.2 Kivet

Kivilajit jaetaan yleisesti ottaen kolmeen luokkaan: magmakiviin, sedimenttikiviin ja metamorfisiin kiviin. Magmakivet ovat syntyneet kiteytymällä sulasta kiviaineksesta eli magmasta. Magmakiviin lukeutuu esimerkiksi graniitti. Magmakivet koostuvat mineraaleista, kuten kvartsista (SiO_2), sarvivälkkeestä $((\text{Ca}, \text{Mg}, \text{Fe})_{2-3}(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})_5\text{Si}_6(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_{22}(\text{OH}, \text{F}))$ ja biotiitista $(\text{K}(\text{Mg}, \text{Fe})_3\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH}, \text{F})_2)$. Yleisesti ottaen tumman sävyiset magmakivet sisältävät rautaa (Fe) ja magnesiumia (Mg). (Brady & Weil, 2004)

Sedimenttikivet ovat muodostuneet kivilajien ajan myötä rapautuessa ja muodostaessa kerroksellisia muodostumia. Sedimenttikiviä ovat mm. hiekasta kivettymällä muodostuva hiekkakivi sekä kasvijätteistä muodostunut kivihiili. Sedimenttikiviin lukeutuu myös kalkkikivi, joka koostuu pääosin kalsiitista (CaCO_3). Maa-alkalimetallikarbonaatit, kuten kalsiitti, eivät liukene veteen, mutta ne liukenevat helposti happoihin. Tällöin karbonaatti hajoaa muodostaen hiilidioksidia.



Vaikka maapallolla esiintyvistä kivistä n. 75 % on sedimenttikiveä, eivät sedimenttikivet ole kovin yleisiä Suomessa. (Brady & Weil, 2004; Grönholm et al., 2004)

Metamorfiset kivet ovat syntyneet vuorijonopoimutuksien yhteydessä magma- ja sedimenttikivien muuttuessa kovissa lämpötila- ja paineoloissa. Esimerkkejä metamorfisista kivistä ovat gneissi ja kalkkikivestä metamorfoitunut marmori. Metamorfiset kivilajit ovat Suomessa varsin yleisiä. (Grönholm et al., 2004)

5.3 Metallit

Tunnetuista alkuaineista noin 75 on metalleja. Suurin osa niistä esiintyy maaperässä, vaikkakin niiden yleisyys vaihtelee suuresti. Metalleja eristetään malmimineraaleista.

Metallien ominaisuuksia ovat suuri sähkön- ja lämmönjohtavuus ja muokattavuus. Monet metallit ovat myös kestäviä ja niillä on korkea sulamispiste. Näistä ominaisuuksista voidaan päätellä, että metalliatomien välisten sidosten täytyy olla vahvoja sekä vailla erityistä suuntautumista. Tämä selittää sen, että metalliatomeja on vaikea irrottaa toisistaan, mutta niitä voidaan liikutella toisiinsa nähden, kunhan kontakti atomien välillä säilyy. Yksinkertaisin tapa mallintaa metallien sitoutumista on ajatella metallin muodostuvan erillisistä metallikationeista, joita ympäröivät vapaat elektronit. Vapaat elektronit mahdollistavat sähkön- ja lämmönjohtavuuden ja metallikationit voivat liikkua

helposti toisiinsa nähden, mikä taas mahdollistaa metallien muokkaamisen. Tarkemmin metallien elektronirakennetta on pyritty selittämään molekyyliorbitaalimallilla.

Korroosiolla tarkoitetaan aineen vahingoittumista joko kemiallisten tai sähkökemiallisten muutosten seurauksena. Tavallisimmin korroosiolla ymmärretään ympäristöolosuhteiden aiheuttamaa metalliesineiden syöpymistä. Rautaesineiden korroosiota tarkasteltaessa puhutaan yleisesti ruostumisesta.

Metallit syöpyvät, koska ne hapettuvat helposti. Valtaosa metalleista esiintyy luonnossa yhdisteinä, tavallisimmin oksideina, sulfideina tai silikaatteina. Metallien eristys yhdisteistä on yleensä endoterminen prosessi. Termodynaamisesti voidaan osoittaa, että korroosiotuotteet ovat normaaliolosuhteissa vapaata metallia pysyvämpiä. Esimerkiksi raudan hapettuminen on spontaani reaktio:



Toisaalta jalometallit, joiden normaalipotentialit normaalivetyelektrodin suhteen ovat positiivisia, eivät hapetu helposti. Ne esiintyvät usein luonnossa vapaina metalleina.

Kemiallista korroosiota aiheuttavat lähinnä ilmassa olevat kaasut, esimerkiksi happi ja hiilidioksidi. Ilmansaasteet sisältävät korrodoivia yhdisteitä, kuten happamia aineita. Ilman happi reagoi monien metallien kanssa muodostaen metallin pintaan oksidikerroksen. Tiivis oksidikerros suojaa metallia syöpymiseltä, kun taas huokoinen oksidikerros edistää syöpymisreaktiota. Tiivis oksidikerros muodostuu esimerkiksi alumiinille (Al) ja sinkille (Zn). Ne ovat normaaliolosuhteissa hyvin kestäviä metalleja, vaikka niiden normaalipotentiali viittaa reaktiivisuuteen.

Sähkökemiallista korroosiota tapahtuu, kun kaksi metallia, joiden normaalipotentialit ovat erisuuria, ovat kosketuksessa keskenään nesteen välityksellä. Lisäksi metallit täytyy olla yhdistetty esimerkiksi ulkoisella

johtimella. Metallit muodostavat sähkökemiallisen parin siten, että suuremman normaalipotentialin omaava eli jalompi metalli toimii katodina ja pienemmän omaava epäjalompi metalli anodina. Syöpyminen tapahtuu anodilla. Katodilla tapahtuu pelkistyminen. Metallien normaalipotentialit eivät kuitenkaan yksin kuvaa niiden korroosioherkkyyttä, vaan korroosiotapahtuma riippuu myös voimakkaasti ympäristöstä, jossa metalliesineet ovat.

Metallien korroosiota ei yleensä pystytä kokonaan estämään, mutta sen nopeutta voidaan pienentää. Yleisin korroosionestomenetelmä on maalaus, joka estää hapen ja kosteuden pääsyn metallin pinnalle. Joillakin metalleilla (Al, Zn, Sn, Cr) on suojaava oksidikerros. Näillä metalleilla voidaan päällystää helposti syöpyviä metalleja, kuten rautaa. Vaikka pinnoite vahingoittuisi, ei päällystetty metalli syövy, jos se on päällystemetallia jalompaa. Tällöin päällystemetallia kutsutaan ”uhrimetalliksi”. Päällystetty metalli välttyy syöpymiseltä niin kauan kun uhrimetallia on sen pinnalla. Muita metallien suojaamistapoja ovat esimerkiksi metallin seostaminen muiden, oksidikerroksia muodostavien metallien kanssa sekä katodinen suojaus. Metallia voidaan myös päällystää esimerkiksi kumilla tai muovilla.

5.4 Öljyt

Öljy on maailman tärkein energianlähde, minkä tähden sitä voi hyvin kutsua maan aarteeksi. Sitä on muodostunut vuosimiljoonien saatossa silloisten merenpohjien hapettomiin syvänteisiin vajonneista kuolleista eläimistä ja kasveista. Syvänteiden päälle kasaantunut maa-aines esti orgaanisen aineksen hapettumisen ja hajoamisen, jolloin orgaaniset aineet korkean lämpötilan ja suuren paineen myötä aikojen saatossa muuttuivat öljyksi. Vuosien saatossa osa sedimenttikivikerroksista alkoi puristua kokoon, ja niiden lomassa sijaitsevat öljypisarat alkoivat kulkeutua huokoisempiin hiekka- tai kalkkikivikerrostumiin, joissa paine oli vähäisempää. Osa öljystä kulkeutui huokosveden mukana maan pinnalle asti. Suurin osa öljystä kuitenkin kerääntyi maan uumeniin öljyä läpäisemättömien kivikerrosten alle nk. öljytaskuihin. Öljy ei ole uusiutuva luonnonvara. Nykyisten tunnettujen öljyvarantojen on laskettu riittävän kuitenkin

vielä sadoiksi vuosiksi olettaen, että öljyn kulutus maailmassa ei tehostuneen energiantuotannon ansiosta enää kasva. (Aatelo, 1995)

Raakaöljy koostuu pääasiassa erilaisista hiilivedyistä, jotka voidaan jakaa suoriin, haaroittuneisiin ja rengasmaisiin yhdisteisiin sekä tyydyttyneisiin, tyydyttymättömiin ja aromaattisiin yhdisteisiin. Raakaöljyssä on keskimäärin 50 % nafteeneja (rengasmaisia tyydyttyneitä hiilivetyjä) ja 25 % parafiineja (avoketjuisia hiilivetyjä). Aromaattien osuus on yleensä korkeintaan 15 %. Raakaöljylaatujen koostumus ja ominaisuudet vaihtelevat paljon öljykentän ja alueen mukaan. Hiilivetyjen lisäksi raakaöljyssä esiintyy pieniä määriä orgaanisia rikki-, typpi- ja happiyhdisteitä. Raakaöljyt luokitellaan tiheyden mukaan erittäin kevyisiin, kevyisiin, keskiraskaisiin ja raskaisiin raakaöljyihin. Esimerkiksi suurin osa Persianlahden raakaöljystä on keskiraskasta (0,840–0,865 g/cm³). Raakaöljy ja siitä jalostettavat kevyemmät öljytuotteet ovat ominaisuusiltaan herkästi syttyviä ja helposti haihtuvia. (Aatelo, 1995)

Maailman merillä kuljetetaan päivittäin miljoonia tonneja öljytuotteita. Merikuljetusten turvallisuutta on pyritty tehostamaan kehittyneillä navigointivälineillä, tiukoilla lastausten ja purkujen turvatoimilla sekä laivojen kaksoispohjilla. Kaikissa suomalaisissa öljynkuljetusaluksissa on vähintään kaksoispohja. (Aatelo, 1995)

Mereen joutunut öljy on ympäristölle haitallista. Vettä pienemmän tiheytensä vuoksi se jää kellumaan veden pinnalle liaten rannat ja tuhoten vesilintujen höyhenpeitteen ja lämmöneristyskyvyn. Öljyn kevyet hiilivedyt haihtuvat ajan myötä ilmakehään, jolloin raskaammat osat painuvat pohjalle. Pohjasta pieneliöt hajottavat öljyä hitaasti, mutta etenkin kylmillä alueilla hajotus kestää vuosia. (Aatelo, 1995)

Öljyä torjutaan mekaanisesti, kalkin avulla ja kemiallisesti. Mekaaninen torjunta perustuu öljyn keräämiseen merestä siihen tarkoitettujen mekaanisten välineiden avulla. Välineet voivat olla öljyntorjuntapuomeja, -kauhoja tai aluksiin kiinnitettyjä keräilylaitteita. Puomien avulla rajoitetaan öljyn leviämistä. Tietynlaisia puomeja voidaan myös käyttää öljyn ohjaamiseen keräilylaitteen

harjaksiin. Mekaanisen torjunnan tehostamiseksi Suomessa käytettiin erityisesti 1970–80-luvuilla turvetta, johon öljy imeytettiin keräämisen helpottamiseksi. Nykyään turve on korvautunut torjuntapuomeilla, joiden materiaaliin (esim. polypropeeni) öljy imeytyy. (Keränen, 1993; Lahtonen, 2004; Vemu oy)

Kalkkitorjunnassa öljyn imeyttämiseen käytetään kalsiumkarbonaattia (CaCO_3) tai kalsiumoksidia (CaO). Imeyttämisen tehostamiseksi kalkkiin voidaan lisätä orgaanisia yhdisteitä. (Sayed et al., 2004)

Kemiallinen torjunta perustuu dispersanttien käyttöön. Ne vähentävät öljyn pintajännitystä ja hajottavat öljylautan upottaen öljyn nopeasti veteen. Näin voidaan välttää rantojen saastuminen ja lintukuolemat. Kemikaalien vaikutusta merten ekosysteemeihin on laajasti tutkittu (esim. Vainio & Vesala, 1990; Lindgren et al., 2001), mutta vielä ei ole pystytty täysin selvittämään kaikkia niiden haittavaikutuksia merten ekosysteemeihin. Siksi dispersantteja ei suositella käytettäväksi öljyntorjunnassa. (Aatelo, 1995; Ympäristöhallinto)

Suomen öljyntorjuntavalmius perustuu Helsingin sopimuksen mukaisesti öljyn mekaaniseen torjuntaan ja keräämiseen. Kaikki valtion omistamat öljyntorjuntalukset pystyvät itsenäiseen öljyn keruuseen eli niissä on kiinteät harjakeruulaitteet. Öljyntorjunnassa voitaisiin sopimuksen mukaan käyttää myös kemiallista torjuntaa. Suomessa dispersantteja ei kuitenkaan käytetä. (Ympäristöhallinto)

5.5 Kaasut ja kemiallinen reaktio

5.5.1 Kaasut

Vaikka vain suhteellisen pieni osa aineista esiintyy normaaliolosuhteissa kaasuna, ovat kaasut maapallon elämälle hyvin tärkeitä. Meitä ympäröivä ilma sisältää meille elintärkeitä kaasuja, ja ilmakehän kaasut myös suojaavat meitä avaruudesta tulevalta säteilyltä. Energian tuotannossa hyödynnetään nykyisin maakaasua. Maakaasu on maaperästä usein öljynporauksen yhteydessä saatavaa kaasua, joka sisältää pääasiassa metaania (CH_4) ja jonkun verran muita kevyitä hiilivetyjä. Sen koostumus vaihtelee kaasukentän mukaan. Maakaasu on aina lähes rikitön,

puhdas energianlähde, joka on syntynyt samalla tavalla vuosimiljoonien saatossa kuin öljy. (Aatelo, 1995)

Kaasut eroavat muista *Maan aarteissa* tutkittavista aineryhmistä siten, että ne eivät varsinaisesti ole erityinen aineryhmä. Kaasu on yksi olomuodoista. Kaasumaisella aineella ei ole tarkkaa muotoa, vaan se täyttää koko tilan, johon se on sijoitettu. Molekyylit ovat etäällä toisistaan ja pääsevät liikkumaan vapaasti toistensa lomitse. Suurin osa normaalilämpötilan kaasuista on värittömiä ja hajuttomia. Kaasut ovat helposti puristettavissa, ja ne sekoittuvat täysin muiden kaasujen kanssa. Yksi kaasujen huomattava ominaisuus on kaasun paineen mukautuminen ympäristön paineeseen. Kaasut myös laajenevat lämmitettäessä huomattavasti.

Kemiassa klassiset kaasulait esittävät kaasun tilavuuden, paineen ja lämpötilan välisiä riippuvuuksia. Kaasua, joka noudattaa näitä lakeja tarkasti, kutsutaan ideaalikaasuksi. Ideaalikaasuille on johdettu yleisessä käytössä olevia lakeja. Näitä ovat Boylen laki, Charlesin laki, Gay-Lussacin laki, Avogadron laki ja kaasujen yleinen tilanyhtälö. Todelliset kaasut noudattavat ideaalikaasulakeja vain likimääräisesti.

5.5.2 Kemiallinen reaktio

Kemialliset reaktiot pitävät yllä elintoimintojamme, ja niiden avulla tuotetaan pääosa yhteiskunnan tarvitsemasta energiasta. Kemialliseksi reaktioksi sanotaan tapahtumaa, jossa aineet reagoivat muodostaen uusia aineita. Kemiallisen reaktion tutkimisessa voidaan olla kiinnostuneita esimerkiksi lähtöaineiden ja reaktiotuotteiden ainemääräsuhteista, reaktion energianmuutoksista, reaktion mekanismista, reaktion optimiolosuhteista tai reaktion nopeudesta.

Kemiallisessa reaktiossa reaktiotuotteiden määrä riippuu lähtöaineiden määrästä. Jos jokin reaktiossa tarvittavista lähtöaineista loppuu, kemiallinen reaktio pysähtyy. Reaktio voi tapahtua myös käänteisesti, takaisin lähtöaineiksi. Kemiallisessa reaktiossa lähtöaineiden ja reaktiotuotteiden olomuoto voi olla eri.

Esimerkiksi kiinteistä ja nestemäisistä lähtöaineista voi muodostua kaasumaisia tuotteita.

Kemiallisen reaktion nopeus voi vaihdella vuosikausista silmänräpäystäkin lyhyempään aikaan. Kemiallisen reaktion nopeuteen vaikuttavia tekijöitä ovat lähtöaineet, aineiden konsentraatio ja ainemäärä, hienojakoisuus, sekoitus, lämpötila ja katalysointi.

6 Tutkimuksen suorittaminen

6.1 Tutkimustavoite ja tutkimusongelmat

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää, minkälaiset WWW-ympäristöön toteutettavat lapsille suunnatut kokeelliset työt tukevat tutkivaa lähestymistapaa. Lisäksi pyritään selvittämään, miten tutkivan lähestymistavan työt tukevat lasten kemian opiskelua. Tutkimuksen avulla pyritään saamaan tietoa, jonka avulla *KSENONIT*-verkkosivujen työohjeita voidaan kehittää paremmin lasta oppimisprosessissa tukevaksi.

Tutkimusongelmat on muotoiltu teoreettisen viitekehyksen pohjalta, ja ne ovat seuraavat:

1. Minkälaiset työt tukevat lasten kemian opiskelua tutkivalla tavalla?
2. Miten tutkiva lähestymistapa tukee lasten kemian oppimista?

6.2 Tutkimusmenetelmät

Tämä tutkimus on luonteeltaan kehitys- ja tapaustutkimus. Opetuksen tutkimuksessa kehitystutkimuksen tavoitteena on opetuksen ja oppimisen parempi ymmärtäminen kehitystyön kautta. Tutkimuksessa kehitetään uuden tyyppistä materiaalia. Tavoitteena on suunnitella opetuksellinen ratkaisumalli, joka vastaa suhteellisen laajan joukon tarpeisiin. Siten se eroaa toimintatutkimuksesta, joka keskittyy kehittämään pienemmän joukon toimintaa. (Juuti, 2005)

Tässä tutkimuksessa ensimmäiseen tutkimusongelmaan vastataan kehittämistutkimuksella. Tutkimuksessa kehitetään teoreettisen viitekehyksen pohjalta parhaimmalla mahdollisella tavalla tutkivaa lähestymistapaa toteuttavia internet-sivuille soveltuvia kokeellisia töitä, jotka voivat tukea kaikkien suomalaislasten kemian oppimista. Kokeellisten töiden on tarkoitus tukea tutkivan lähestymistavan omaksumista sekä kemian sisältöjen omaksumista.

Tapaustutkimus keskittyy yhteen ”tapaukseen”, esimerkiksi henkilöön tai organisaatioon. Tässä tapaustutkimuksessa keskitytään *KSENONIT*-verkkosivuihin. Tapaustutkimukselle on luonteenomaista, että yksittäistapauksesta tuotetaan yksityiskohtaista, intensiivistä tietoa. Aineistonkeruussa käytetään usein monia menetelmiä. Olennaista on, että käsiteltävä aineisto muodostaa kokonaisuuden. Käytössä voivat olla sekä kvalitatiiviset että kvantitatiiviset menetelmät. Tapaustutkimus ei pyri tuottamaan koko valtakunnan kattavaa aineistoa. Sen vahvuutena on kokonaisvaltaisuus. Tapauksen kokonaisvaltainen ymmärtäminen on tärkeämpää kuin yleistäminen. Jos yleistämiseen kuitenkin pyritään, tehdään se analyyttisesti aineistosta tehdyn tulkinnan, ei itse aineiston perusteella. (Saarela-Kinnunen & Eskola, 2001)

Toiseen tutkimusongelmaan vastataan tutkimustehtävistä syksyn 2004 aikana palautettujen raporttien pohjalta. Raportteja peilataan tutkimuskirjallisuuteen ja kemian oppisisältöihin, ja niiden pohjalta pyritään tekemään johtopäätöksiä tutkimustehtävien avulla saavutetuista oppimistuloksista sekä tutkivan työskentelytavan tasojen omaksumisesta. Raporttien tulosten perusteella muokataan *KSENONIT*-sivuston tutkimustehtäviä paremmin tavoitteita vastaaviksi.

Tutkimusasetelma on laadullinen pyrkiessään ymmärtämään asioita ja löytämään aineistoista erilaisia merkityksiä. Asioiden matemaattisia riippuvuuksia toisistaan ei laadullisessa asetelmassa pyritä selvittämään. (Syrjälä et al., 1994)

6.3 Tutkimusaineiston hankinta

Laadullisessa tutkimuksessa käytetään aineiston keruussa menetelmiä, jotka vievät tutkijan lähelle tutkittavaa kohdettaan. Tyypillisiä aineistonkeruumuotoja ovat haastattelu ja havainnointi, mutta myös muu arkipäivän tilanteissa syntynyt materiaali voi olla tutkijan analysoinnin kohteena. Tilastolliselle tutkimukselle tyypillisen satunnaisotannan sijasta laadullisessa tutkimuksessa käytetään usein harkinnanvaraista näytettä, jonka kautta tarkasteltavana olevaan ilmiöön ajatellaan voitavan mielekkäästi perehtyä. (Kiviniemi, 2001)

Toisen tutkimusongelman vastaamiseen käytettiin lasten tekemiä raportteja heidän toteuttamistaan *KSENONIT*-töistä. Raporttien laatimiseen oli internet-sivuilla summittaiset ohjeet, mutta raportin toteutustapa oli kuitenkin suhteellisen vapaasti lapsen tai hänen ohjaajansa määriteltävissä.

Raportin yliopistolle lähettäessään lapsi liittyy samalla automaattisesti maksuttomaan *KSENONIT*-klubiin. Raportin lähettäminen ei ole edellytys kokeellisten töiden tekemiselle – kuka tahansa voi käyttää sivujen työohjeita. Raportin lähettäminen on siten vapaaehtoista ja riippuu täysin kokeellisen työn tekijän halukkuudesta tällaisen raportin toimittamiseen. Porkkanana raportin lähettämiseksi käytetään parhaiden raporttien palkitsemista esimerkiksi luonnontieteisiin liittyvällä cd-rom:illa, kirjalla tai muulla pienellä esineellä. Tähän mennessä kaikki lähetetyt raportit on pystytty palkitsemaan.

Raporttien toimittamiseen annettiin kaksi mahdollista tapaa: perinteinen posti tai sähköposti. Klubilaisen ensimmäinen raportti kuitenkin täytyy toimittaa postitse, sillä klubiin liittymiseen tarvitaan huoltajan tai kerhonohjaajan allekirjoituksella vahvennettu suostumus. Tämän jälkeen laadittavat raportit on mahdollista toimittaa sähköpostitse.

6.4 Tutkimusaineiston analysointi

Laadullisessa tutkimuksessa tutkija ratkaisee arvoitusta informanttien antamien vihjeiden perusteella. Tarkoituksena on mennä pintaa syvemmälle: analysoida merkitysrakenteita. Pintapuolinen tarkastelu saa aikaan vain laadullista kuvailua, joka tosin sekin on itsessään arvokasta. Tutkimuksen luotettavuutta voidaan parantaa, jos vastaavia ilmiöitä ja selityksiä on löydettävissä toisista tutkimuksista. (Moilanen & Räihä, 2001)

Aineiston analysointi on laadullisessa tutkimuksessa aineistolähteistä. Etukäteen luokiteltujen muuttujien sijasta analysoinnissa jäsennetään aineistosta käsin ne teemat, jotka ovat tutkittavan ilmiön kannalta tulkittavissa merkityksellisiksi. Tutkittavaa ilmiötä pyritään ymmärtämään suhteessa kontekstiinsa. Koska laadullisessa tutkimuksessa käsitteellistys nousee aineistosta, ei siinä ole

löydettävissä väistämätöntä totuutta. Laadullinen tutkimus on siten luonteeltaan tulkinnallista. (Kiviniemi, 2001)

Tässä tutkimuksessa lasten laatimia raportteja tarkastellaan ensisijaisesti kehitettyjen töiden taidollisten ja sisällöllisten tavoitteiden näkökulmasta. Tämän lisäksi kiinnitetään myös kokonaisvaltaisesti huomiota niin raportin rakenteeseen kuin sen sisältöön. Raporttiaineistosta pyritään löytämään yhteisiä tekijöitä, joiden avulla voidaan tehdä johtopäätöksiä lasten tavasta tutkia kemian ilmiöitä ja raportoida tutkimuksesta. Analysoinnissa kiinnitetään yhtäläisyyksien lisäksi huomiota myös raporteissa ilmeneviin selkeisiin eroavaisuuksiin, ja pyritään pohtimaan syitä niiden esiintymiseen.

Raportteja tutkimalla on mahdotonta sanoa, kuinka itsenäisesti lapsi on oivaltanut vastaukset kokeellisen työn ongelmiin. Tämän ikäisten lasten ei kuitenkaan edes oleteta oivaltavan kaikkia selityksiä itse, vaan ohjaajan apu on olennainen osa oppimista. Siten analysoinnissa oletetaan, että raportoitu tulos on lapsen ja hänen ohjaajansa yhdessä saavuttama oppimistulos, mikäli raportissa ei toisin ole ilmoitettu.

7 Tutkimuksen tulokset

7.1 Lasten kemian opiskelua tutkivalla tavalla tukevat kokeelliset työt

7.1.1 Yleistä

Keväällä 2004 *KSENONIT*-hankkeen suunnittelukokouksissa yhteistyötahojen kanssa päädyttiin ottamaan syksylle 2004 kantavaksi teemaksi *Maan aarteet*. Tämä teema käsittää aineita, joita jollakin tavalla saadaan maankamaralta nyky-yhteiskunnan hyötykäyttöön. Syksyn 2004 kuukauden teemoiksi *Maan aarteista* valittiin maaperä ja kivet, metallit, öljy sekä kaasut. Nämä aihepiirit voidaan sisällyttää opetussuunnitelman perusteiden (POPS 2004) mukaisiin *Aineet ympärillämme* -teemaan. Maaperä on lisäksi opetussuunnitelman perusteissa omana teemanaan. Kaikki sivustolle suunnitellut työt suunniteltiin huolella lapsen ajattelu huomioiden sekä testattiin täsmälleen työohjeen mukaisesti ennen ohjeen lopullista hiomista.

Maan aarteet -teeman työt suunniteltiin keskenään erilaisiksi niin taidollisten tavoitteiden kuin toteutusmuotojen osalta. Töiden kehitystyössä lähteinä on käytetty Suomessa ja ulkomailla oppikirjoissa sekä muissa luonnontieteiden oppimisen tueksi tuotetuissa materiaaleissa julkaistuja työohjeita. Mikäli lähdettä ei ole seuraavissa alaluvuissa (7.1.2 - 7.1.5) työn esittelyn yhteydessä mainittu, on työ kehitetty ilman erityisiä lähteitä. Tutkivaa oppimista pyritään toteuttamaan mahdollisimman monessa työssä, yleensä painottaen erityisesti jotakin tutkimuksen teon osa-aluetta. Sisällöllisesti työt pitävät sisällään olennaisimpia aihepiirin aineksia. Taulukkoon 1. on koottu *Maan aarteet* -teeman työt keskeisimpine taidollisine ja sisällöllisine tavoitteineen. Taulukkoon kirjattujen tavoitteiden lisäksi taidollisena tavoitteena kaikissa töissä on tutustua tutkimusprosessin rakenteeseen.

Taulukko 1. Maan aarteet -teeman julkaistut työt.

Teema	Työn nimi	Taidolliset tavoitteet	Sisällölliset tavoitteet
Maaperä ja kivet	Kastuuko maa? (liite 1)	Näytteiden kerääminen, muistiinpanojen tekeminen, mittaaminen. Havainnointi ja päättely. Tuloksien vertaaminen ennakkoletuksiin.	Erilaisten maalajien tuntemus ja ominaisuudet, raekoon vaikutus vedenpidätyskykyyn
Maaperä ja kivet	Tunnistatko kiviä? (liite 3)	Avoimen tutkimuksen toteuttaminen	Kivilajien tuntemus
Maaperä ja kivet	Mineraalitutkimuksia (liite 4)	Kokeellisen työskentelyn kädentaidot	Raudan magneettisuus, karbonaatit + happo -> hiilidioksidi
Metallit	Ruostuuko? (liite 5)	Pitkäjänteinen tutkimuksen toteuttaminen, muistiinpanot, hypoteesit. Havainnointi ja päättely. Tiedonhaku ja sovellus.	Korroosioon vaikuttavat tekijät
Metallit	Mitkä esineet johtavat lämpöä? (liite 6)	Kädentaidot, havainnointi ja päättely.	Lämmönjohtavuus
Öljy	Mitä jos öljyä pääsee mereen? (liite 7)	Havainnointi ja päättely, tiedonhaku, luova ajattelu	Öljyn ominaisuudet, öljyvahingon vaikutukset, öljyntorjunta.
Öljy	Tutki kotisi öljyjä (liite 8)	Tiedonhaku	Erilaiset öljyt ja niiden käyttö
Kaasut	Pullon henki (liite 9)	Aineiden käsittelytaidot, mittaaminen, itse toteutettava jatkotutkimus. Havainnointi ja päättely.	Kemialliseen reaktioon vaikuttavat tekijät, kaasun ominaisuudet
Kaasut	Paleleeko ilma? (liite 10)	Havainnointi ja päättely	Kaasun tilavuuden riippuvuus lämpötilasta

Julkaistujen töiden kemian pohjana on tutkimuksessa esitelty Maan aarteiden kemian teoria. Kemian sisällöistä valittiin sellaisia, joita lasten on helppo konkreettisesti havaita tai päätellä havaintojen pohjalta. Sivuston kohderyhmän ajattelun taso on vielä hyvin konkreettista, joten töissä on pyritty enimmäkseen pysyttelemään kemian makrotason ilmiöissä mikro- ja symbolitason jäädessä tässä vaiheessa syrjään. Tietopohjan rakentamisen aloittaminen nuorella iällä helpottaa lasta tulevaisuudessa kemiaan liittyvissä käsitteenmuodostusprosesseissa (Havu-Nuutinen, 2005).

Teeman työt on suunniteltu tutkivan oppimisen lähtökohdat huomioon ottaen. WWW-ympäristö ja lasten kehitysvaihe kuitenkin asettavat töille rajoituksia. Koska jatkuvaa asiantuntijan ohjausta tutkimuksen aikana ei voida tarjota, täytyy tutkimuksen työohje laatia lähes valmiiksi. Valmiikhon ohjeen antaminen edellyttää myös projektin aiheen määrittelyä etukäteen, ja myös toteutustapa on usein ennalta määritelty. Tämä pienentää työn avoimuutta. Avoimuutta rajoittavia tekijöitä ovat lisäksi lasten oletettava kognitiivinen taso sekä kokemattomuus tutkimustehtävän toteuttamisessa. Sosiaalisessa kontekstissa oppimista ei myöskään voida näillä resursseilla taata. Näiden puutteiden vuoksi tehtävissä

keskityttiin erityisesti selkeään tutkimisprosessin rakenteeseen, tiedonhaun tärkeyteen sekä johtopäätöksiä ja pohdinnan merkityksen korostamiseen.

7.1.2 Maaperä ja kivet

Maaperä ja kivet valittiin yhdeksi *Maan aarteista* niiden moninaisen hyödyllisyyden ansiosta. Maaperä monine muotoineen antaa kasvualustan monenlaisille eliöille, ja erilaisia maa-aineksia hyödynnetään yhteiskunnan eri alueilla, esimerkiksi rakennusteollisuudessa ja tienpidossa. Maaperä ja kivet suunniteltiin sivuston syyskuun teemaksi. Syksyllä maan ollessa vielä sula voidaan toteuttaa kokeellisia töitä maaperään liittyen. Maaperä kuuluu myös uusien opetussuunnitelman perusteiden sisältöihin (POPS 2004).

Tutkivaa otetta toteuttavaksi raporttityöksi sivustolle suunniteltiin *Kastuuko maa?* –niminen työ (liite 1). Työ kehitettiin suomalaisessa ympäristö- ja luonnontiedon oppikirjassa (Holste et al., 1999) julkaistun työohjeen pohjalta. Työn tavoitteena on tutustuttaa tutkimuksen tekemisen rakenteeseen ja lisätä taitoja näytteiden keräämiseen, muistiinpanojen tekemiseen ja mittaamiseen liittyen. Sisällöllisenä tavoitteena on tutustua erilaisiin maalajeihin ja oppia maalajien raekoon vaikutus vedenpidätyskykyyn.

Työohjeiden alussa on motivointiosuus, jossa pyritään johdattelemaan lapset aihepiiriin pariin. Motivointiosuudessa tuodaan esille maalajien olemassaolo kaikkialla ympärillämme ja kiinnitetään huomiota niiden merkitykseen. Myös työn tavoite kerrotaan ennen varsinaista työohjetta. Tutkivaa otetta pyritään korostamaan siten, että työssä kehoitetaan pitämään mukana muistiinpanovälineitä. Työohjeessa mainitaan useaan otteeseen, milloin muistiinpanoja olisi suotavaa tehdä. Oletettavaa nimittäin on, että alakouluikäinen lapsi ei ole harjaantunut tekemään muistiinpanoja itsenäisesti. Ohjeen liitteenä on taulukko (liite 2), joka helpottaa mittaustulosten muistiinmerkitsemistä. Valmista vastauslomaketta työhön ei kuitenkaan laadittu, jotta lapset saisivat muotoilla raportistaan muistiinpanojensa pohjalta omanlaisensa.

Työohjeessa opastetaan lapsia keräämään erilaisia maanäytteitä eri paikoilta ja havainnoimaan niitä ennen mittauksien suorittamista. Tämän jälkeen ohje opastaa lapset suorittamaan vedenpidätyskyvyn mittaukset eri maalajeilla. Ohjeeseen on liitetty ohjeistus myös raportointia varten (liite 2). Raportointivaiheessa pyritään kiinnittämään lapsen huomio mittauksien tuloksien antamiin eroihin ja kannustetaan pohtimaan näiden erojen syitä. Tuloksia verrataan myös omiin ennakko-oletuksiin. Lisäksi pyydetään pohtimaan maalajien ominaisuuksien käytännön vaikutuksia. Käytännön vaikutuksien pohtimiseen liitetään näytteidenkeruupaikan tarkastelu uudemman kerran. Tehtävässä kehoitetaan myös etsimään tietoa kasvien asettamista vaatimuksista maalajeille.

Maaperä ja kivet -teemaan liittyen sivustolla julkaistiin myös työohjeet kahteen muuhun ”tutkimukseen”. *Tunnistatko kiviä?* -työssä (liite 3) kehoitettiin lapsia tutkimaan lähiympäristönsä kiviä tavoitteenaan tunnistaa niitä erilaisten lähteiden avulla. Työ toteuttaa siten parhaimmillaan tutkivaa otetta erittäin hyvin. Tarkempien ohjeiden puuttuminen mahdollistaa kokeen omakohtaisen suunnittelun, mutta samalla siirtää vastuun työn onnistumisesta lapsen ohjaajalle.

Mineraalitutkimuksia-työssä (liite 4) opetetaan lapsille keinot tutkia, sisältävätkö kivet rautaa tai karbonaatteja. Sivustolle haluttiin tarjota silloin tällöin pohdiskelevaa ja tutkivaa otetta toteuttavien töiden lisäksi myös nopeampia suoraviivaisia töitä, joita tämä työ edustaa. Rautamineraalityö kehitettiin suomalaisessa ympäristö- ja luonnontiedon oppikirjassa (Honkanen et al., 2001) julkaistun työohjeen pohjalta. Mahdollinen rautamineraalien esiintyminen tutkitaan magneetin avulla. Pelkkä magneetti ei varmuudella tietenkään kerro mineraalin sisältävän juuri rautaa, mutta Suomen mineraalikannan huomioon ottaen se on varsin todennäköistä.

Karbonaattityö kehitettiin kanadalaisessa työohjekokoelmassa (Science World, 1995) julkaistun työn pohjalta. Karbonaattien etsimiseen käytetään etikkahappoa. Karbonaatteja sisältävistä kivistä yleisin on kalkkikivi. Työssä karbonaattien olemassaolo todetaan hiilidioksidikuplina happojen reagoidessa karbonaattien kanssa. Koska Suomessa kalkkikivi on muiden sedimenttikivien lailla hyvin harvinaista, lapsia kehoitetaan kokeilemaan ulkomailta tuotuja kiviä.

7.1.3 Metallit

Maan aarteita edustavat hyvin havainnollisesti metallit. Ne esiintyvät suurimmaksi osaksi maaperässä ja niiden käyttö on yhteiskunnassa monipuolista. Metalleihin liittyvistä opiskeltavista aihepiireistä tärkeitä ja suhteellisen helposti havainnollistettavia ovat lämmön- ja sähkönjohtavuus sekä korroosio. Näistä aihealueista laadittiin metalliteeman kokeelliset työt.

Tutkivaa lähestymistapaa toteuttava raporttityö on nimeltään *Ruostuuko?* (liite 5). Työ kehitettiin amerikkalaisessa lapsille suunnatussa tiedekirjassa (Loesching, 1994) julkaistun työohjeen pohjalta. Työssä tutkitaan korroosioon vaikuttavia tekijöitä, tarkemmin eriteltynä eri metallien syöpymisherkkyyttä sekä erilaisten liuosten vaikutusta syöpymiseen. Työohjeen alussa on jälleen lyhyt aiheeseen johdattelu ja maininta tutkimuksen tarkoituksesta. Ohjeessa kannustetaan edelleen tekemään havainnoista muistiinpanoja. Ohje ei tarkkaan määritä, mitä metalleja työssä tutkitaan, vaan työn suorittajalla on vapaus valita häntä itseään kiinnostavat metalliesineet. Ohjeessa kuitenkin annetaan esimerkkejä metalliesineistä, joilla testatusti erot ovat selvästi nähtävissä. Korroosiota edistävinä liuksina työssä käytetään hanavettä, ruokasuolan (NaCl) vesiliuosta sekä pöytäetikkaa (10 % CH₃COOH). Työssä asetetaan metalliesineitä liuoksiin ja tehdään havaintoja korroosion etenemisestä muutaman viikon ajan. Esineitä ei saa laittaa keskenään samaan astiaan, jotta vältytään metallien välisiltä sähkökemiallisilta reaktioilta. Etikkaliuoksessa esineiden reagoiminen on havaittavissa nopeimmin. Suolaliuoksessa reaktiot tapahtuvat hieman nopeammin kuin vedessä. Metalliesineiden reagointi nähdään erityisesti päällystämättömillä rautaesineillä tummumisena ja vähitellen ruosteenpunaisena sävynä. Päällystäminen, esimerkiksi sinkitseminen, hidastaa reaktiota. Jalommilla metalleilla reaktio tapahtuu selvästi hitaammin, jos ollenkaan. Esimerkiksi kuparin kohdalla kupari-ionien liukeneminen veteen voidaan muutaman viikon kuluttua nähdä liuoksen sinertävänä sävynä.

Ruostuuko?-työn tavoitteena on opettaa lapsille pitkäjänteitä työskentelyä tutkimuksen parissa. Havainnoitavat esineet seisovat liuoksessa useita viikkoja, joten tutkimuksen toteuttajan täytyy olla kärsivällinen. Tässä työssä korostuu

myös muistiinpanojen tekemisen tärkeys havaintojen pohjalta. Työssä pyydetään lapsia myös laatimaan hypoteeseja. Lopputulosta voidaan verrata hypoteesiin, ja pohtia miksi ennuste mahdollisesti on eronnut lopputuloksesta.

Raportointivaiheessa havaintojen kirjaamisen lisäksi lapsia pyydetään myös tekemään tutkimuksesta johtopäätöksiä. Lisäksi tutkimuksen pohjalta saavutetun tiedon soveltamistehtävänä on etsiä kotiympäristöstä ruostunut esine ja pohtia, miten sen ruostuminen olisi voitu estää. Tässä kehoitetaan käyttämään apuna kirjallisia tai verkkolähteitä. Lapsille jätetään myös mahdollisuus jatkotutkimuksiin. Jatkotutkimuksena voi esimerkiksi selvittää ilman vaikutusta ruostumisprosessissa.

Toisena kokeellisena työnä metalliteemaan liittyen on *Mitkä esineet johtavat lämpöä?* -työ (liite 6). Tämä työ ei toteuta tutkivaa oppimista yhtä hyvin kuin edellinen, mutta sekin johdattelee lasta päätelmien tekemiseen. Nimensä mukaisesti tässä työssä on tarkoituksena havaita metallien suuri lämmönjohtavuuskyky. Alustuksessa lapsi johdatellaan ajattelemaan erilaisia materiaaleja ja niiden ominaisuuksia, minkä jälkeen keskitetään huomio lämmönjohtavuuteen. Työssä erilaisten materiaalien lämmönjohtavuutta tutkitaan niiden kylmenemisen avulla, koska kylmän esineen koskettaminen on turvallisempaa kuin kuuman. Lapsille selitetään tehtävässä, että lämpötilan muuttumisnopeus on suoraan verrannollinen lämmönjohtavuuden suuruuteen, jotta käsite voitaisiin ymmärtää. Lopuksi työn tuloksien perusteella tulee tehdä johtopäätöksiä lämmönjohtavuusominaisuuksien vaikutuksesta käytännön materiaalivalintoihin. Vaikka sähkönjohtavuus usein on liitetty lämmönjohtavuuden yhteyteen, ei sitä tässä yhteydessä tutkita aiheen hankalan toteutettavuuden takia.

7.1.4 Öljy

Öljy on nykypäivänä hyvin arvostettu, jopa jatkuvia selkkauksia maailmanpolitiikassa aiheuttava aine. Sitä voi siis hyvällä syyllä kutsua *Maan aarteeksi*. Raakaöljy ja sen jalostustuotteet ovat kuitenkin ominaisuuksiltaan lasten käsissä vaarallisia mm. haihtuvuuden ja syttyvyyden takia. Tämän vuoksi

kokeellisissa töissä ei varsinaista öljyä voida käyttää. *KSENONIT*-sivuston töissä raakaöljy on korvattu ruokaöljyllä. Vaikka ruokaöljy kemiallisesti luokitellaankin rasvoihin, eikä se siten sananmukaisesti ole edes öljy, sen ominaisuudet ovat näissä töissä riittävästi öljyn kaltaisia. *KSENONIEN* töissä tavoitteena on havainnollistaa raakaöljyn ominaisuuksista ensisijaisesti vettä pienempää tiheyttä sekä rasvaliukoisuutta.

Tutkivaa lähestymistapaa toteuttavana öljyteeman raporttityönä on *Mitä jos öljyä pääsee mereen?* -työ (liite 7). Työ kehitettiin tiedekerhomateriaalissa (Tiedä häntä 3, 1998) julkaistun työselostuksen pohjalta. Tässä työssä rakennetaan malli merellä tapahtuvasta öljyonnettomuudesta ja yritetään korjata sen aiheuttamat vahingot. Työssä on siten ympäristökasvatuksellinen näkökulma. Työssä öljyntorjunta jäljittelee autenttisia öljyntorjuntakeinoja. Niistä on tarkoitus tehdä havaintoja ja siten tehdä johtopäätöksiä erilaisten öljyntorjuntakeinojen hyvistä ja huonoista puolista.

Työn alussa luodaan malli merialueesta saarineen ja vesilintuineen. Öljyn kuljetusta varten tehdään alumiinifoliosta tankkeri. Öljyonnettomuuden tapahduttua lapsen tulee tehdä havaintoja öljyn käyttäytymisestä, jolloin havaitaan öljyn pienempi tiheys veteen verrattuna. Öljyä poistetaan mekaanisesti, turpeeseen imeyttämällä, kalkilla sekä kemiallisesti. Kemiallisena dispersanttina käytetään astianpesuainetta. Vaikka torjuntaan on annettu ohjeet, lapsi voi soveltaa torjuntavälineistöä hyvin luovasti, mikä lisää tutkimuksen vapautta ja mahdollisuuksia kokea keksimisen iloa.

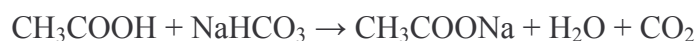
Raportointivaiheessa lasta kehoitetaan vastaamaan pohdintaa vaativiin kysymyksiin. Lasta pyydetään pohtimaan öljyn haittavaikutuksia meriympäristössä ja siten syitä sen poistamisen tarpeellisuudelle. Myös öljyntorjuntakeinojen tarkoituksenmukaisuutta pyydetään punnitsemaan. Lisäksi tiedonhakuosuutena työssä kehoitetaan tutustumaan Suomen öljyntorjuntakeinoihin. Luovaa ajattelua pyritään edistämään esittämällä kysymys öljyonnettomuuksien ehkäisemisestä.

Toisena tutkimustyyppisenä työnä öljyteemassa on *Tutki kotisi öljyjä* (liite 8). Tässä työssä ohjeistus on hyvin suurpiirteinen jättäen tilaa omalle toteutustavalle. Tarkoituksena on etsiä kotoa erilaisia öljyjä ja tutustua niiden ainesosiin sekä käyttötarkoitukseen. Varsinaista kokeellista työskentelyä tähän työhön ei ole liitetty, mutta se edellyttää itsenäisiä tiedonhakutaitoja sekä päättelykykyä.

7.1.5 Kaasut

Maaperässä tai maassa muodostuva kaasu on usein suurimmaksi osaksi metaania. Metaanipitoisia maan kaasuja kutsutaan useimmiten maa- tai suokaasuiksi. Koska ihminen osaa nykypäivänä hyödyntää myös maassa syntyviä kaasuja, voidaan kaasuja kutsua *Maan aarteiksi*. Kaasuihin olennaisesti liittyvä aihepiiri, ilma, kuuluu myös uusien opetussuunnitelman perusteiden sisältöihin (POPS 2004).

Kaasuteeman tutkivaa lähestymistapaa toteuttava raporttityö kehitettiin MAOL:in julkaiseman oppilastyön pohjalta (MAOL ry). Työ perustuu ruokasoodan ja etikkahapon neutraloitumisreaktioon.



Reaktiossa syntyy hiilidioksidia, jonka määrää tässä työssä tutkitaan. Työn nimeksi annettiin *Pullon henki* (liite 9). Työn sisällöllisenä tavoitteena on havainnollistaa kemialliseen reaktioon vaikuttavia tekijöitä sekä kaasujen ominaisuuksia. Taidollisesti tämä työ vaatii sorminäppäryyttä, mikä kehittää aineiden käsittelytaitoja. Myös aineiden määrän tarkka mittaaminen on tässä työssä olennaisessa osassa.

Työn alussa kerrataan kaasun olevan yksi olomuoto ja mainitaan, että kaasua voidaan saada aikaan kemiallisella reaktiolla muissa olomuodoissa olevista aineista. Työohjeissa jälleen kerran muistutetaan muistiinpanovälineistä. Työssä täytetään ilmapallo hiilidioksidikaasulla. Tämän jälkeen happoa laimennetaan ja täytetään uusi pallo. Työohjetta suunniteltaessa ja testattaessa on varmistuttu siitä, että soodaa on ylimäärin, jolloin etikkahappo on reaktion rajoittava tekijä. Laimeammalla hapolla ilmapallo jää siten selvästi pienemmäksi. Työssä tutkitaan

myös hiilidioksidilla täytetyn ilmapallon liikettä ilmassa. Ilmaa tiheämpänä kaasuna pallo vajoaa nopeasti lattialle. On tietenkin huomioitava, että pelkkä ilmapallon massa sekä mahdolliset ruokasoodan jäämät ilmapallossa saavat ilmapallon vajoamaan, eikä ilmiö siten ole pelkästään hiilidioksidista johtuva. Tämä ongelma poistetaan sillä, että työohjeessa annetaan vain kaksi vaihtoehtoa: kaasu on joko ilmaa raskaampaa tai kevyempää, jolloin tämän kokeen perusteella voidaan tässä tapauksessa tämä päätelmä tehdä. Työssä ei käytetä tiheyden käsitettä sen hankaluuden vuoksi.

Työssä päätelmiä tehdään etikan väkevyyden vaikutuksesta kaasun määrään sekä kaasun tiheydestä. Työhön kuuluu myös itse toteutettava jatkotutkimus, johon ei anneta ohjeita. Tehtävänä on selvittää, miten kaasun määrää reaktiossa voidaan lisätä. Tähän ilmeisin vastaus on ainemäärien lisääminen. Myös väkevämmän etikan käyttö, pullon lämmittäminen tai ilmapallon venyttelemine voivat olla tähän ratkaisuja. Tutkivan lähestymistavan kautta oppiminen toteutuu tässä työssä siten erittäin hyvin. Ensin luodaan pohja asian ymmärtämiselle, jonka jälkeen lapsi saa itse selvittää vastaukset tutkimusongelmiin parhaaksi katsomallaan tavalla. Myös etikkahapon happamuus tuodaan esille ongelmanratkaisutehtävän muodossa: kotoa on etsittävä muita aineita, joiden kanssa sooda voidaan neutraloida.

Toisena kokeellisena työnä kaasuteemassa on *Paleleeko ilma?* -työ (liite 10). Työtä muokattiin suomalaisessa ympäristö- ja luonnontiedon oppikirjassa (Honkanen et al., 2002) julkaistusta työohjeesta. Tämän työn tavoitteena on kehittää havainnointia sekä päättelytaitoja, mutta varsinaista tutkivaa lähestymistapaa se ei ilmennä. Valitun otsikon tarkoitus ei ole johtaa lasta vääriin käsityksiin, vaan herättää kiinnostus tapahtuvaan ilmiöön ja sen selitykseen. Työn alussa lapselle kerrotaan ilman olevan kaasu. Tämä tieto on tarpeellinen, koska lapsi ei välttämättä miellä ilman olevan ainetta eikä siten myöskään kaasua. Työssä pullon lämmittäminen saa aikaan ilman laajenemisen ja jäädyttäminen tilavuuden pienenemisen, mikä nähdään ilmapallon täyttymisenä ja kurtistumisena. Päätteltävänä lapsella on tämä syy-seuraus-yhteys.

7.2 Tutkiva lähestymistapa lasten kemian oppimisen tukena

7.2.1 Taustatiedot

Toiseen tutkimusongelmaan pyrittiin vastaamaan *Maan aarteiden* tutkimustöistä lähetettyjen raporttien pohjalta. Raportteja palautettiin syksyn aikana yhteensä 46. Yksittäisiltä lapsilta tulleita raportteja oli 10. Näitä raportteja kertyi viideltä lapselta eri puolilta Suomea. Loput 36 raporttia lähetettiin kahden tahon toimesta. Yhdeksän raporttia saapui eteläsuomalaisesta erityiskoulusta ja 27 eteläsuomalaisesta tiedekerhosta. Yleensä raportit olivat lasten yksin ohjaajan kanssa laatimia raportteja, mutta osa oli laadittu pienryhmissä.

Raportit on analysointivaiheessa numeroitu analysoinnin selkeyttämiseksi. Lainauksen perässä oleva numero viittaa raportin numeroon.

7.2.2 Raportit *Maaperä ja kivet* -teemasta

Raportteja *Maaperä ja kivet* -teeman raporttityöstä saapui 12. Näistä kolme oli yksittäisiltä lapsilta ja loput tiedekerholaisilta. Kaksi yksittäisten lasten raporteista lähetettiin sähköpostitse MS Word -dokumentteina ja loput lähetettiin postitse.

Yksittäisten lasten lähettämien raporttien rakenne oli keskenään varsin samankaltainen. Ensimmäisenä raportissa oli taulukko, johon mittaustulokset oli kirjattu. Tämän jälkeen oli vastattu sivuston raportointiohjeiden (liite 2) kysymyksiin lyhyesti. Vastauksissa harvemmin käytettiin kokonaisia lauseita, joten raportin tarkastajana tutkija joutuu palaamaan ohjeen kysymyksiin vastaukset ymmärtääkseen. Tiedekerholaisille kerhonohjaaja oli tehnyt raportointiohjeiden perusteella vastauskaavakkeen. Vaikka sivustolla tarkoituksellisesti annettiin vain ohjeet raportin laatimiseen, jotta lapset saisivat muotoilla raportin itse, ohjaaja näki kuitenkin paremmaksi laatia oman lomakepohjan. Täten kaikkien tiedekerholaisten raporttien rakenne oli sama. Tiedekerholaisten raporteissa kerrottiin ensin maanäytteistä tehdyistä havainnoista, tämän jälkeen tehtiin johtopäätökset, ja lopuksi raporttiin oli liitetty taulukko mittaustuloksista. Raporttiohjeissa annettuihin kysymyksiin yksittäiset lapset olivat vastanneet listanomaisesti vapailla lauseilla. Kerholaisten ohjaaja oli

laatinut lomakkeeseen aukkotehtävälauseita. Tämä on toki selkeä tapa kiinnittää lapsen huomio oikeaan asiaan, mutta se myös rajoittaa kirjoittamisen vapautta.

Työn ensimmäisenä sisällöllisenä tavoitteena oli oppia tunnistamaan erilaisia maalajeja ja perehtyä niiden ominaisuuksiin. Lapset olivat keränneet näytteitä tutuimmista maalajeista. Yksittäisistä lapsista kaikki olivat tutkineet hiekkaa, multaa ja savea. Lisäksi kahdessa raportissa oli tutkittu myös hiesua ja kahdessa soraa. Tiedekerholaisten raporteissa oli osassa tutkittu näiden lisäksi myös moreenia. Kaikki raportioijat olivat tutkineet vähintään kolmea eri maalajia. Maalajeihin oli siten tutustuttu varsin kattavasti. Maalajien tunnistamiseen harjaantumisen edistämiseksi lapsia oli pyydetty havainnoimaan maalajien ulkonäköä. Havaintojen määrä vaihteli raporteissa paljon. Yhdessä raportissa havaintoja ei ollut tehty lainkaan, kun taas jotkut lapset kuvailivat havaintojaan hyvinkin tarkasti.

savi oli mutaista, harmaan ruskeaa, hiekkaista, kiinteää, koirankakan näköistä ja löllömäistä mutta kovaa (3)

Hiekka koostuu myös pienistä kivistä eikä se pysy kasassa niin kuin Hieta. Hiekka on tumman ruskeaa. (8)

Raekoko pientä ja keskikokoista kiveä. Harmaata ja tummaa. Ei pysy kasassa. (7)

Jotkut tyytyivät niukempaan kuvailuun.

- ruskeaa (1)

raekoko: pienestä suureen, väri: ruskea, ei pysy kasassa (4)

Tiedekerholaisten lomakepohjissa oli annettu vihjeitä siitä, mihin asioihin havainnoissa kannattaa kiinnittää huomiota. Lomakkeessa mainittiin väri, raekoko, paino ja muokattavuus. Nämä vihjeet näkyivät selvästi vastauksissa: vain harva oli tehnyt havaintoja muista ominaisuuksista. Näistä ominaisuuksista lapset olivat osanneet tehdä hyviä havaintoja, ja myös yksittäisten lasten

raporteissa ominaisuuksia kuvailtiin painon ja värin avulla. Monissa tiedekerholaisten raporteissa on myös nähtävissä luokittelutyötavan käyttöä, kun maalajien ominaisuuksia on verrattu toisiinsa.

Raekoko on isompaa kuin hiedassa. (11)

- painavin (10)

Raporttien perusteella lapset olivat havainneet maalajeista niiden tyypillisimpiä ominaisuuksia ja tuntomerkkejä. Multa tunnistetaan väristä, ja sen seassa on usein juuria, moreenissa kivet ovat erikokoisia ja hieta on hyvin pehmeää.

Käsitys maalajien ominaisuuksista kasvien menestymisen kannalta tuli tässä työssä muodostaa työn loppuvaiheessa pohdinnan avulla. Raportointiohjeissa pyydettiin lasta kertomaan ajatuksistaan vedenpidätyskyvyn merkityksestä kasveille. Näissä vastauksissa oli suuria eroja. Yhdessä raportissa todettiin vain, että asialla on paljon merkitystä. Toisessa raportissa tähän ei vastattu ollenkaan. Kolmannessa taas todettiin, että eri kasvit viihtyvät erilaisissa kosteuksissa, joten on hyvä että on eri maalajeja. Tämä oli raporteissa esiintyneistä vastauksista kehittynein ja on todennäköisesti vaatinut myös ohjaavalta aikuiselta hieman johdattelua. Tiedekerholaisten vastauksissa ongelmallista oli, että ohjaaja oli lomakkeeseen kirjoittanut täydennettävän lauseen: *”Kasvit menestyvät parhaiten sellaisessa maalajissa, joka...”*. Tähän lauseeseen on hyvin vaikea vastata siten, että eri kasvien erilaiset vaatimukset otettaisiin huomioon. Lauseen alku johdattelee helposti olettamaan, että on olemassa yksi hyvä maalaji. Useimmat lapset olivatkin tähän vastanneet, että maalajin tulee pysyä kosteana. Pohdinnan kautta muodostettavaa tietoa oli kautta linjan vaikeampaa rakentaa kuin havaintojen.

Toisena sisällöllisenä tavoitteena työssä oli maalajin raekoon ja vedenpidätyskyvyn riippuvuuden havaitseminen. Syyt vedenpidätyskykyjen eroille olivat yksittäisten lasten mielestä selkeästi maalajien rakenteessa. Lapset olivat ilmaisseet asian käyttämällä omia termejään, kuten ”tiheyttä”, ”tiiviyttä” tai ”rakoja sorassa”, mutta idea oli selvästi ymmärretty. Hämmästyttäviä olivat kuitenkin tiedekerholaisten vastaukset. Yhtä lomaketta lukuun ottamatta kaikissa

lomakkeissa ilmiön syyksi mainittiin: *”hieta tiivistyy kosteana”*. Kun ajatellaan, että tutkittavia maalajeja jokaisella lapsella oli ainakin kolme, ei tämä vastaus millään muotoa selitä eroja kaikkien maalajien välillä. Itse asiassa se ei selitä ilmiötä edes kahden maalajin välillä. Tutkijan on vaikea tässä tilanteessa tulkita, mikä on syynä tämän selityksen kollektiiviseen suosioon. Mikäli selitys on tullut ohjaajalta, olisi ymmärrettävää, että se on päätynyt kaikkien lapsien lomakkeeseen. Ohjaaja kuitenkin liitekirjeessään kirjoittaa, että lapset ovat ryhmissä miettinyt vastaukset kysymyksiin. Tässä tapauksessa yhden ainoan vastauksen ilmeneminen kertookin todennäköisimmin siitä, että syyn pohtiminen ilmiölle on ollut vaikeaa. Siihen ei ole jaksettu paneutua siten, että olisi keksitty oma teoria, vaan ensimmäinen ehdotettu malli on hyväksytty. Tällaisessa tilanteessa ohjaajan apu on tärkeää. Esimerkiksi huomion kiinnittäminen uudestaan alussa tehtyihin havaintoihin raekoosta olisi voinut helpottaa päätelmien tekemistä.

Ainoa kerholaisen raportti, jossa yllämainittua selitystä ei ilmene, oli sellaisen lapsen raportti, joka oli tehnyt tehtävän myöhemmin kotona. Tässä raportissa selitykseksi tarjotaan sitä, että *”orgaaninen aines imee veden, epäorgaaninen ei”*. Näiden termien käyttö on merkki siitä, että ohjaus on tällä kertaa ollut jopa liian avuliasta.

Taidollisia tavoitteita tehtävässä olivat näytteiden kerääminen, muistiinpanojen tekeminen ja mittaaminen. Näytteitä lapset olivat keränneet hyvin erilaisista paikoista, ja keräyspaikat oli kirjattu ylös kaikissa raporteissa. Raportointiohjeiden kysymyksiin vastaaminen edellyttää muistiinpanojen tekemistä, koska tuloksia on hyvin vaikea vain muistaa. Siten voidaan olettaa lasten myös harjaantuneen muistiinpanojen tekemisessä tässä työssä. Mittaustulokset vaihtelivat hyvin paljon. Ainoastaan soraan liittyvät tulokset olivat kaikissa taulukossa selvästi samansuuntaisia. Maalajin kosteus ja tiiviys mittauspurkissa aiheuttaa mittauksiin huomattavia eroja. Vain yhdessä raportissa oli tähän seikkaan osattu kiinnittää huomiota.

merihiekka oli niin märkää, että taisi nopeuttaa veden ulostuloa (1)

Taidollisia tavoitteita olivat lisäksi havainnointiin ja päättelyyn harjaantuminen. Havaintoja lapset joutuivat tässä työssä tekemään erityisesti alkuvaiheessa, kun maalajien eroihin perehdytään. Havaintoja täytyy tehdä myös mittausvaiheessa. Lopuksi havaintoja kannustettiin vielä tekemään kasvien määrästä näytteenottopaikoilla. Havaintojen teko alku- ja mittausvaiheessa oli sujunut raporttien perusteella hyvin, mutta havainnointi näytteenottopaikoilta oli vaihtelevaa. Loppuvaiheeseen oli tavoitteena myös yhdistää tiedonhakua kasvien kasvupaikkavaatimuksista. Kahdessa raportissa kysymykseen ei ollut vastattu, ja kolmannessa kerrottiin vain saven ja mullan kasveista. Tiedekerholaisten lomakkeista kaikissa oli sama lause hieman eri tavalla muotoiltuna: *"Hiedassa ja mullassa kasvaa eniten kasveja."* Tämäkin tilanne vaikuttaa siten kollektiiviselta päätökseltä. Yhdessäkään raportissa tietoja ei ollut etsitty mistään tietolähteistä. Parissa raportissa kerrottiin tiedonhaun korvaamiseksi omista aikaisemmista tiedoista, esimerkiksi perunan viihtymisestä savimaassa.

Tässä työssä lasten täytyy tehdä päätelmiä mittaustulosten ja havaintojen pohjalta käsittääkseen raekoon vaikutuksen vedenläpäisevyyteen. Kuten sisällöllisten tavoitteiden käsittelyn yhteydessä todettiin, yksittäisillä lapsilla nämä päätelmät ovat onnistuneet, mutta tiedekerholaisten tapauksessa on päättely jäänyt tekemättä.

Tuloksen mahdollista yllättävyyttä kysyttiin lapsilta, jotta saataisiin tietoa heidän ennakko-oletuksistaan. Vain yhdessä raportissa mainittiin, että mikään tuloksista ei ollut yllättävä, joten nähtävästi suurin osa lapsista omaa sen verran metakognitiivisia taitoja, että kykenee jälkeenpäin muistamaan ennakko-oletuksensa. Suurin osa lapsia yllättäneistä asioista liittyi veden läpäisevyyssnopeuteen tai läpi tulleen veden määrään.

Saven läpi tulo aika. (2)

(Minut yllätti tuloksissa se, että) Hieta päästi eniten vettä eikä moreeni (4)

Jotkut yllätykset liittyivät selvästi näytteenottoon liittyviin vaikeuksiin, esimerkiksi liian kostean näytteen tutkimiseen.

(Minut yllätti tuloksissa se, että) Multa/savi päästi enemmän läpi mitä laitettiin (11)

Harmillisesti syitä näille huomioille ei kuitenkaan ollut pohdittu lainkaan. Vain yhdessä raportissa yllättävyyteen oli ylipäänsä yritetty löytää syy.

- luulimme, että savesta tulisi vähiten ja hitaasti läpi - olisiko maalaji paineltu huonosti, kun hiekka-multamaa (hiesu?) päästi vettä hitaasti ja vähiten (1)

Kokonaisuudessaan maalajityön raporteista näkyy hyvin, minkälaisiin asioihin sekä lapset että heitä ohjaavat aikuiset ovat kokeellisessa työskentelyssä tottuneet kiinnittämään huomiota. Havainnot ja mittaukset suoritetaan hyvin tarkasti, mutta syy-seuraus-suhteiden, pohdinnan ja tiedon laajentamisen osuus jää vähäisemmäksi.

7.2.3 Raportit *Metallit* -teemasta

Raportteja *Metallit*-teeman raporttityöstä saapui 10. Näistä yksi oli yksittäisiltä lapsilta ja loput tiedekerholaisilta. Yksittäisen lapsen raportti lähetettiin sähköpostitse MS Word -dokumenttina ja tiedekerholaisten raportit postitse.

Yksittäisen lapsen raporttiin oli kirjoitettu kysymys kerrallaan ja vastattu siihen. Yksittäinen lapsi raportoi tutkineensa sähkösinkittyjä nauloja, ruosteisia rautanauloja ja viiden sentin kolikoita. Kolikoiden materiaalia ei ollut lähdetty raportissa arvailemaan, mutta tutkija selvitti niiden olevan valmistettu teräksestä ja päällystetty kuparilla. Raportissa oli vastattu neljään kysymykseen. Raporttiohjeista (liite 5) oli valittu ”*Missä esineissä muutokset näkyivät nopeimmin?*” sekä ”*Missä liuoksissa muutokset näkyivät nopeimmin?*” - kysymykset. Oletettavasti vanhempien tai muun ohjaajan kanssa oli laadittu raporttiin lisäksi vastattavaksi kaksi kysymystä: ”*Miten muutokset näkyivät esineissä?*” sekä ”*Miten muutokset näkyivät liuoksessa?*”. Raportissa määriteltiin nopeimmin tapahtuneiksi reaktioiksi ruosteen liukeneminen veteen rautanauloista ja kuparikolikoiden puhdistuminen. Sinkittyjen naulojen todettiin reagoineen hitaammin, mutta muuttuneen etikassa nopeasti. Nopeimmin reaktioiden raporttoitiin tapahtuneen suolavesiliuoksessa. Tutkijan itse työtä testatessa reaktiot

olivat selkeimmin nähtävissä etikkaliuoksessa, mutta valitut esineet saattavat vaikuttaa työn tuloksiin. Valmiiksi ruostuneesta naulasta on vaikea havainnoida korroosiota, ja kuparikolikko puhdistuu natriumkloridissa, vaikkei ilmiöllä ruostumisen kanssa mitään tekemistä olekaan. Sinänsä havainnot raporteissa olivat siten oikeutettuja, vaikka niiden avulla on vaikea tehdä johtopäätöksiä ruostumisesta. Sisällölliset tavoitteet toteutuvat yksittäisellä lapsella tässä työssä vain osin. Työstä on opittu, että suolavesi edistää korroosiota ja että sinkitseminen hidastaa sitä. Tämän laajempia tiedollisia tavoitteita ei raportista päätellen ole saavutettu.

Tiedekerholaisilta raporteja toimitettiin yhdeksän. Kerhonohjaaja oli laatinut kerholaisille jälleen raporttipohjat. Pohjiin oli alkuun laadittu taulukko, johon lapset saivat koota tutkittavan esineen, liuoksen, ennusteen ja lopputuloksen. Tämä taulukko oli varsin selkeä tapa merkitä ylös tulokset. Myös ennusteisiin vertaaminen on tällöin helppoa. Raportin alkuun ohjaaja oli kirjoittanut, että esineet olivat liuoksissa 21 päivää. Esineitä ei käyty katsomassa tällä välillä ollenkaan. Lasten ei siten tarvinnut pitää kirjaa tutkimuksistaan lainkaan. Myöskään nopeimmin havaittavia reaktioita ei tällöin voitu tutkia.

Kerholaiset olivat tutkineet kolikoita, alumiinia, tinanauvoja, peltiä, sinkittyjä nauvoja ja reikälevyjä sekä kuparia. Taulukon jälkeen raporttipohjaan oli laadittu kysymyksiä suurimmaksi osaksi havaintoihin liittyen. Raporttipohjan loppupuolella oli myös kysymykset ennusteisiin sekä ruosteelta suojaamiseen liittyen.

Kaikkien kerholaisten raporteissa yksimielisesti todettiin, että pellissä muutokset olivat olleet suurimpia. Sen todettiin vedessä ja suolaliuoksessa ruostuneen ja etikassa mustuneen. Vaikka etikkaliuoksessa tapahtuvassa reaktiossa on myös kyse korroosiosta, eivät lapset sitä korroosioksi ole tunnistanee, kun ruosteen väri ei ole tuttu punaruskea. Yksimielisesti raporteissa myös todetaan reaktioiden vedessä olleen vähäisimpiä. Suurin osa raportoineista oli sitä mieltä, että suolavedessä reaktiot olivat suurimpia. Vain yksi raportoiija oli etikan kannalla. Vähiten reagoineeksi esineeksi raporteissa mainitaan yksimielisesti tinanaula. Tavoitteina olleista sisällöistä kerholaiset olivat siten oppineet suolaveden

edistävän korroosiota hanavettä enemmän. Lisäksi he ovat todennäköisesti oppineet yksittäisten metallien, kuten raudan ja tinan, korroosioherkkyydestä.

Kerholaisten raporttipohjassa viimeinen kysymys koski ruostumisen ehkäisemistä. Ohjaaja oli laatinut havainnollistavan kysymyksen: *”Mitä keinoja on ruostumisen ehkäisemiseksi? Mieti miksei auto tai ruohonleikkuri heti uutena ruostu? Entäpä naula, mutteri, lusikka tai sakset?”*. Raporteissa oli mainittu ruosteen estämistapoina maali, sinkki, kromi, alumiini sekä päällystäminen metallilla joka ei ruostu. Luettelot hieman vaihtelivat raportista toiseen, mutta koostuivat kaikki edellä mainituista tekijöistä. Ruosteenestotapojen selvittämiseen on varmaankin päädytty vain asiaa pohtimalla, koska mitään kovin erikoisia tapoja ei raporteissa tarjottu. Itse kysymyshän antaa jo paljon vinkkejä ruosteenestotavoista. Sisällöllisistä tavoitteista täten saavutettiin myös tietoa korroosion ehkäisemisestä. Sisällöllisistä tavoitteista niin yksittäisellä lapsella kuin kerholaisillakin jäi puuttumaan happaman aineen vaikutus korroosioon. Tätä päätelmää ei osattu tehdä, koska etikassa tummumista ei tunnistettu ruostumiseksi.

Taidollisia tavoitteita *Ruostuuko?*-työssä olivat pitkäjänteinen tutkimuksen toteuttaminen, muistiinpanojen tekoon harjaantuminen, hypoteesien asettaminen, havainnointi ja päättely.

Kerholaisten kohdalla pitkäjänteinen tutkimuksen toteuttaminen onnistui varsin hyvin, koska tutkittavat esineet olivat liuoksissa kauan. Koska muistiinpanoja tänä aikana reaktioista ei kuitenkaan tehty, on tutkimuksen intensiteetti ollut tässä odotteluvaiheessa vähäinen. Muistiinpanojen tekoa ei siten myöskään tässä työssä harjoitettu. Yksittäisen lapsen raportissa ei mainittu esineiden liuoksissaoloaika, joten tutkimuksen pitkäjänteisyyttä on vaikea arvioida.

Havaintojen tekeminen onnistui lapsilta tässäkin tehtävässä hyvin. Kerholaisten raportteihin oli kirjattu niin liuoksissa kuin esineissä tapahtuvia muutoksia. Muutoksien kuvailemiseen lapset käyttivät paljon värien muutoksia, kuten mustumista, punertumista ja sinistä vettä. Yksittäisen kerholaisen raportti keskittyi lähes täysin havainnoista raportoimiseen. Minkäänlaisia johtopäätöksiä,

vertaamista ennusteisiin tai pohdintaa käytännön sovelluksista ei ollut raporttiin kirjattu. Raportin lopussa kyllä perusteltiin raportin ”hajanaisuutta” ajan loppumisella kesken. Tähän osasyynä saattaa olla tutkijan kohtaama epäonni teknisten laitteiden kanssa, minkä takia teeman ilmestyminen WWW-sivuille viivästyi noin viikolla, ja tutkimuksen tekemiseen jäävä aika siten väheni.

Eroavaisuuksia raporteissa oli eniten lasten ennusteissa ruostumiseen liittyen. Ilmeisesti aika monille oli jo ennestään tuttua, että kosteus edistää ruostumista, koska monissa raporteissa uskottiin veden aikaansaavan ruostetta todennäköisemmin kuin etikan tai suolaveden. Näiden oudompien aineiden vaikutusta ilmiöön ei oikein osattu ennustaa. Ennusteisiin vertaamisen varmistamiseksi kerhonohjaaja oli laatinut lomakkeeseen kysymyksen: ”*Mikä tämän tehtävän tuloksista yllätti eniten?*”. Vastaukset tähän kysymykseen olivat hyvin lyhytsanaisia, ja niiden tarkoituksen ymmärtääkseen oli palattava lasten kokoamiin taulukoihin.

Sinkittynaula ja etikka (2)

rahassa (3)

Eniten lapsia oli yllättänyt raporttien mukaan sinkityn naulan reagoiminen sekä rahassa tapahtuneet reaktiot. Koska raporteissa ei selostettu varsinaisesti, mikä näissä esineissä erityisesti oli yllättänyt, voi tutkija esittää vain arveluja taulukoiden perusteella. Sinkkinaulassa lienee yllättänyt ylipäänsä se, että naula ruostuu. Monilla saattaa olla käsitys, että nauvoja sinkitään ruosteeneston aikaansaamiseksi, joten oletus sinkkinaulojen reagoimattomuudesta on ymmärrettävä. Tämän esineen kohdalla on hivenen harmillista, että esineitä ei käyty tarkkailemassa tutkimusjakson aikana. Tällöin olisi voitu havaita, että sinkitseminen kyllä huomattavasti hidastaa korroosiota, vaikkei sitä täysin estäkään. Rahan suhteen ihmetystä lienee aiheuttanut se, että monien raporttien mukaan raha oli suolavedessä ”homehtunut”. Tähän havaintoon tutkijan on vaikea ilman tarkempia kuvauksia keksiä selitystä. Muutamissa raporteissa mainittiin myös siniseksi muuttuneesta liuoksesta (kupari-ionien aiheuttama väri), mikä on myös todennäköisesti ollut yllättävää. Rahan puhdistumisesta etikassa oli myös mainintoja. Tämäkin on voinut lasten mielestä olla yllättävää. Mielenkiintoista on

se, että yksittäisen lapsen raportissa kolikon todettiin puhdistuneen natriumkloridissa ja kerholaisten raporteissa etikassa. Kerholaisten raporteissa ei kuitenkaan mainittu, mistä kolikoista oli kyse, joten niiden materiaali saattaa olla eri. Kokeellisesti voidaan kyllä todeta, että viisisenttiset saadaan tehokkaasti puhdistettua juuri suolaliuoksen ja etikan yhdistelmällä, joten puhdistumishavainnot ovat hyvinkin mahdollisia näiden liuosten yhteydessä.

Ennusteiden perusteella voidaan katsoa lasten onnistuneen muuttavan käsityksiään ruostumisesta tämän tutkimustehtävän perusteella. Lapset huomasivat, että vastoin ennusteita vettä enemmän ruostumista edistää suolavesi. Lapsille selvisi myös, että sinkitseminen ei täysin estä ruostumista.

Alkuperäiseen raportointiohjeeseen laadittuihin johtopäätöskysymyksiin ruostumista edistävästä paikoista sekä helposti ruostuvista materiaaleista ei ollut lähetetyissä raporteissa paneuduttu. Päättely on siten jäänyt tavoiteltua vähäisemmäksi. Myöskään soveltavaan tehtävään, jossa ympäristöstä pyydettiin etsimään ruostunut esine ja pohtimaan sen materiaalia ja ruostumisenestotapoja, ei tullut vastauksia. Tietoa ei tästäkään tehtävästä palautetuissa raporteissa ollut etsitty olemassa olevista tietolähteistä. Tämänkin tehtävän raporteissa korostuu paljon havainnointi.

7.2.4 Raportit *Öljy*-teemasta

Raportteja *Öljy*-teeman raporttityöstä saapui 18. Näistä neljä oli yksittäisiltä lapsilta, yhdeksän tiedekerholaisilta ja viisi erityiskoulusta. Kaksi yksittäisten lasten raporteista lähetettiin sähköpostitse MS Word -dokumentteina ja loput postitse.

Yksittäisten lasten raportit olivat tällä kertaa keskenään hyvin erilaisia. Toinen postitse lähetetyistä raporteista oli tuotettu tekstinkäsittelyohjelmalla, ja toinen oli kirjoitettu käsin kirjepaperille. Käsinkirjoitettu raportti oli tarinamuotoisesti kirjoitettu ”kirje”, jossa raportoija kertoi havainnoistaan ja mielipiteistään öljyn kuljettamisesta. Tekstinkäsittelyohjelmilla laadituissa raporteissa oli kaikissa osuus, jossa vastattiin raportointiohjeiden (liite 7) kysymyksiin, sekä erillisiä

kappaleita, jotka käsittelivät mm. torjuntamenetelmiä ja onnettomuuksien ehkäisytapoja. Yhdessä raportissa oli myös erillinen kappale, jossa kerrottiin työn suorituksesta ja siihen liittyvistä havainnoista. Tiedekerholaisille ohjaaja oli jälleen tehnyt raporttipohjan valmiiksi. Tällä kertaa raporttipohja mukaili lähes täysin sivustolla julkaistuja raportointiohjeita. Kysymykset olivat samoja ja kokeen suoritus ohjeiden mukainen. Kerholaiset olivat annettujen torjuntamenetelmien lisäksi kokeilleet myös sahanpurun tehokkuutta.

Erityiskoululta saapuneet raportit olivat täysin lasten itsensä laatimia. Raportteihin liitetyn opettajan kirjeen mukaan raportoijat olivat 7.–9.-luokkalaisia. Nämä raportoijat olivat siis vanhempia kuin muut raportoijat, jotka olivat alakouluikäisiä. Näiden vanhempien oppilaiden raportointia kuitenkin vaikeuttaa heillä todetut oppimisvaikeudet, kuten tarkkaavaisuusongelmat, dysfasia ja lukihäiriöt. Opettajan mukaan oppilaat olivat nauttineet työskentelystä, mutta raportointi oli vaikeaa. Jokainen 3–4 hengen oppilasryhmä oli kuitenkin saanut aikaan raportin. Raportit oli tehty tekstinkäsittelyohjelmalla ja niiden tyyli oli kerronnallinen painottuen siihen, mitä työssä oli tehty.

Yhtenä työn sisällöllisistä tavoitteista oli oppia öljyn ominaisuuksista. Öljyn käyttäytymisestä meressä raportoitiin suhteellisen yksimielisesti. Kerholaisista kaikki mainitsivat öljyn joko leviävän tai kelluvan tai molempia. Kellumisen havaitseminen kertoo siitä, että tiheysero veden kanssa on havaittu, vaikkei sitä oikeilla termeillä osatakaan selittää. Erityiskoululaisten raporteissa joko öljyn mainittiin leviävän tai tilanteesta ei ollut kirjattu havaintoja raporttiin lainkaan. Myös yksittäisten lasten raporteista suurimmassa osassa öljyn kerrottiin levinneen ja jääneen veden pinnalle. Joissakin raporteissa myös tarkennettiin öljyn esiintyvän ”läiskinä” tai pisaroina. Yhdessä raportissa oli osattu tehdä johtopäätös myös öljyn liukoisuudesta.

Ölji ei liukene veteen, mutta jotkut muut aineet liukenevat. (13)

Toisena sisällöllisenä tavoitteena oli havaita öljyvahingon vaikutukset ympäristölle. Työohjetta seurattaessa ympäristövaikutukset havaitaan jo alkuvaiheessa linnun uimassa öljyyn. Suurimmassa osassa raporteja todettiin

öljyn vaikuttavan linnun höyheniin siten, että se ei enää pääse lentoon. Vain muutamassa raportissa linnusta oli jätetty kertomatta.

Ölly tarttui sulkaan kuin liima/terva eikä lintu enää pääse lentämään. (2)

[Kuinka käy linnulle kun se ui öljyyn?]

Siitä tulee painava (7)

Se juuttuu siihen (9)

Muutamassa raportissa tätä ilmiötä oli myös perusteltu.

Siitä tulee painava koska sen sulat imevät öljyä siitä kohalta mihin se jää (6)

Kahdessa raportissa öljyn vaikutusta lintuun oli perusteltu tiedoilla, joita ei voi havaintojen perusteella päätellä. Näissä vastauksissa todennäköisesti vanhemmat tai muut kokeen ohjaajat ovat olleet apuna.

Silloin kun öljy osui lintuun niin päällimmäinen höyhen puku menetti veden pito, jonka johdosta untuva kerros kastuisi (1)

Linnun höyhenpeitteessä oleva rasva ei estä öljyn tarttumista höyheniin. Jolloin se ”kasaantuu” linnun siipiin niin että se ei voi enään lentää. (13)

Mielenkiintoista raportissa 13 oli se, että öljyn tartumisesta höyheneen ei ollut kirjattu varsinaisesti mitään havaintoja tai havaintoperustaisia asioita. Linnun lentoon nousemisen vaikeutta perustellaan ainoastaan tällä ”kirjatiedolla”.

Öljyvahingon vaikutuksia lapset joutuivat pohtimaan miettiessään syitä öljyn poistamiselle. Näitä oli keksitty paljon. Vain muutamissa erityiskoululaisten ja yhden yksittäisen lapsen raportissa muita syitä poistamiseen kuin kokeen linnun kuolema lisäksi ei esitetty. Yleisimmin mainittuja haittoja olivat lintu- ja kalakuolemat tai niille aiheutuvat vahingot. Monissa raporteissa mainittiin myös suurpiirteisempi ”meren tai rannikon saastuminen”. Muutamassa raportissa mainittiin myös ihmisille koituvat haitat, kun uimaan ei voi mennä ja puhdasta pesuvettä ei ole. Kerholaisten keskuudessa oli myös yleistä huoli veneiden ja

laivojen tahriintumisesta. Parissa raportissa käytettiin onnettomuudesta myös dramaattisempia ilmauksia.

Ölly pilaa meriveden, Aiheuttaa kala ja lintu kuolemia ja, jotkin lajit voivat kuolla sukupuuttoon. (1)

linnut kuolevat, meressä ei voi uida, veneet jäävät kiinni, tulee ekokatastrofi (9)

Kolmantena sisältönä työssä oli öljyntorjuntaan tutustuminen. Kaikkiin raportteihin oli kirjattu jotakin eri öljyntorjuntakeinoista ja niiden hyvistä ja huonoista puolista. Joissakin raporteissa ei kuitenkaan tuotu lainkaan esille arvioita keinojen toimimisesta tositilanteessa. Tositilanteen kuvittelemisen luonnollisesti edellyttää lapselta ymmärrystä siitä, että oikeat torjuntavälineet ovat erilaisia kuin kokeessa käytetyt, mikä saattaa olla konkreettisessa vaiheessa elävälle lapselle hankalaa. Eräässä raportissa esimerkiksi ehdotettiin jättiläismäisen Fairy-pullon valmistamista rannikkovartiostolle kemiallista torjuntaa varten. Mahdollisten väärinymmärrysten välttämiseksi *KSENONIT*-sivuilla oli linkkejä kuviin oikeista torjuntavälineistä. Kaikilla raportioijilla *KSENONIT*-sivuja ei ilmeisesti kuitenkaan ole ollut käytössään.

Mekaanisista torjuntakeinoista lapsilla oli keskenään hyvin samantapaisia kokemuksia. Puomeja pidettiin hyvänä tapana estää öljyn leviäminen laajemmalle alueelle, mutta poistamiseen niistä ei ole apua. Puomien kestävyyttä kovassa myrskyssä epäiltiin myös monessa raportissa. Lusikalla poistamisen todettiin olevan hyvin hankalaa ja työlästä. Sen todettiin toimivan rannan läheisyydessä, mutta ei avomerellä. Muutamissa raporteissa oli myös huomioita siitä, että tällä tavalla poistamiseen tarvitaan paljon työvoimaa. Turpeen todettiin imevän öljyä hyvin ja helpottavan lusikalla poistamista. Monilla raportioijilla oli kuitenkin tästä toimintatavasta epäilyksiä, jos sitä yritettäisiin käyttää tositilanteessa. Erityiskoululaiset olivat lisäksi testanneet sanomalehteä ja totesivat myös sen imevän öljyä itseensä.

Kalkkitorjunnan todettiin olevan suhteellisen tehokasta, koska se imi öljyn yhteen kasaan, minkä jälkeen kalkki voitiin poistaa. Tästäkin tavasta löydettiin silti epäkohtia ja arveluttavia seikkoja.

Kalkkimurun avulla öljy upposi jonkun verran, mutta kalkkia pitäisi olla aika paljon. (12)

Kalkki jauholla saatiin upotettua öljy meren pohjaan. Huono puoli ettei ne minnekään hävinnyt meren pohjasta. (15)

Upotti öljyn, mutta pääsisikö öljy vielä nousemaan pohjasta. (1)

Kemiallinen torjunta jakoi lasten mielipiteitä. Kerholaisten raporteissa astianpesuaineen todettiin saavan aikaan öljyn kerääntymisen öljypuomin reunoille. Monet kuitenkin epäilivät menetelmän toimivuutta merellä. Muissa raporteissa mielipiteitä tuotiin enemmän esille. Suurimmassa osassa raportteja todettiin öljyn katoavan näkyvistä, erottuvan pieniksi palloiksi tai jakaantuvan laajemmalle alueelle. Kahdessa raportissa kemiallista torjuntaa pidettiin ylivoimaisen hyvänä keinona. Kahdessa muussa raportissa keinon todettiin olevan epäilyttävä, koska se voi saastuttaa tai tappaa pieneliöitä. Myös muista raporteista löytyi mainintoja keinon tehokkaasta toimivuudesta, mutta niihin oli kuitenkin saatettu liittää arveluja, että öljy ei tällä tavalla välttämättä katoa merestä mihinkään, vaikka se häviää näkyvistä.

Kokonaisuudessaan raportointi öljyn ominaisuuksista ja ympäristövaikutuksista oli monipuolista. Öljyntorjuntakeinoista raportointi oli hyvin kattavaa ja sisälsi paljon kriittistä ajattelua. Sisällölliset tavoitteet toteutuivat hyvin.

Taidollisia tavoitteita tässä työssä olivat havainnointi, päättely, luova ajattelu ja tiedonhaku. Havainnointi oli myös tässä työssä onnistunut lapsilta hyvin. Raportteihin oli kirjattu tarkkoja ja monipuolisia huomioita öljyn käyttäytymisestä ja erityisesti torjuntamenetelmien toimivuudesta. Sisällöllisten tavoitteiden toteutuminen kertoo siitä, että havaintojen pohjalta lapset ovat

tehneet onnistuneita päätelmiä. Vastauksissa ilmenevä kriittisyys edellyttää myös päättelykykyä.

Luovaa ajattelua lapset käyttävät tässä työssä testatessaan öljyntorjuntamenetelmien toimivuutta. Monissa raporteissa oli käytetty torjuntaan myös omia keinoja, kuten sahanpurua tai sanomalehteä. Lisäksi luovaa ajattelua tarvitaan, kun pohditaan ratkaisuja öljyonnettomuuksien ehkäisemiseksi. Ratkaisuehdotuksia oli kirjattu lähes kaikkiin raportteihin. Ainoastaan erityiskoululaisten neljässä raportissa ei ratkaisumalleja esitetty. Tiedekerholaiset nimesivät parhaiksi keinoiksi lähes yksimielisesti kunnon alukset, koulutetun miehistön ja turvalliset reitit. Turvallinen reitti ja alus saivat kannatusta myös muissa raporteissa. Joissakin raporteissa oli konkreettisia ehdotuksia alusten ja reittien turvallisuuden parantamiseksi.

Öljyonnettomuuksia voitaisiin ehkäistä rakentamalla tukevampia laivoja ja leveämpiä ja syvempiä laivareittejä. (12)

Vanhat yksipohjaiset tankkerit poistetaan tai, joko korjataan perusteellisesti ja voitaisiin ottaa käyttöön myös uusia kaksipohjaisia tankkereita. (1)

Muutamassa raportissa oli päädytty siihen, että paras tapa ehkäistä onnettomuuksia olisi olla kuljettamatta öljyä meriteitse.

Miten voisi olla aiheuttamatta öljyhaittoja: ettei niitä öljy laivoja ajettaisi, ainakaan talvella, koska talvella on jäitä. (17)

minun mielestäni öljyä voisi kuljettaa muulla tavalla!! (2)

Tässäkin ratkaisussa tosin nähtiin varjopuolia.

Öljyä voitaisiin myös kuljettaa maitse, mutta se hidastaisi öljyn kuljetusta ja öljyn hinta mahdollisesti nousisi. (1)

Myös tässä tehtävässä eniten raporteissa oli jätetty vastaamatta tiedonhakutehtävään. Tähän kysymykseen oli vastattu kymmenessä raportissa:

kerholaisten raporteissa sekä yhdessä yksittäisen lapsen raportissa. Tällä kertaa tiedonhaku oli tehty yksinkertaiseksi, kun työohjeen sivulla oli valmiit linkit ympäristöhallinnon verkkosivuille, joilla on informaatiota öljyntorjunnasta. Siten olisi ollut odotettua, että useammassa raportissa olisi tähän kysymykseen vastattu. Tiedonhakutehtävän suorittaneet lapset olivat kuitenkin tehneet sen varsin mallikkaasti. Vaikka valmiit linkit oli annettu työohjeen yhteydessä, raporteissa ei ollut kopioitu sanasta sanaan linkkien tekstiä. Kerholaisten raporteissa keinoja esiteltiin luettelona, joissa oli myös hieman keskinäistä vaihtelua. Yksittäisen lapsen raportissa oli kappalemuotoinen tiivistelmä Suomen öljyntorjunnasta. Lähde oli ilmoitettu: ”www.ymparisto.fi hakusanalla ’suomen öljyntorjunta’”.

Öljyntorjuntatyöstä palautettiin eniten raportteja. Raporteissa oli runsaasti keskinäistä vaihtelua. Myös lasten omia ajatuksia oli tämän työn raporteissa paljon. Näihin seikkoihin lienee osasyynä aiheen ajankohtaisuus ja selkeä konkreettisuus. Aihe herättää myös tunteita, kun luonnolle aiheutuu vahinkoja. Johtopäätöksiä on tässä työssä helppo tehdä tutkimuksen edetessä, koska työvaiheiden merkitys todellisessa maailmassa on suurimmalle osalle lapsista selvä.

7.2.5 Raportit *Kaasut*-teemasta

Raportteja *Kaasut*-teeman raporttityöstä saapui kuusi. Näistä kaksi oli yksittäisiltä lapsilta ja neljä erityiskoulusta. Yksittäisten lasten raportit saapuivat sähköpostitse MS Word -dokumentteina ja erityiskoululaisten postitse.

Yksittäisten lasten raporttien rakenne oli vapaamuotoinen. Työohjeessa (liite 9) esitettyihin kysymyksiin oli vastattu omissa kappaleissaan. Erityiskoululaisille oli tällä kertaa laadittu raporttipohjat, joissa jokainen työohjeen kysymys oli numeroitu erilliseksi kysymykseksi vastaustiloihin. Kysymykset olivat siten säilyneet työohjeen mukaisina. Erityiskoulun oppilaat olivat tehneet työn ja raportin pareittain tai kolmen hengen ryhmissä.

Työn sisällöllisiä tavoitteita olivat kaasun ominaisuuksiin ja kemialliseen reaktioon tutustuminen sekä reaktioon vaikuttavien tekijöiden oppiminen. Työn

alussa ilmenee kaasun tilaa täyttävä ominaisuus. Yksittäisten lasten raporteissa havainnoista tähän ilmiöön liittyen raportoitiin odotetulla tavalla.

Sooda ja etikka reagoivat ja muodostavat kaasua, koska pallo täyttyy. Muuta ilmaa ei pääse sisään palloon, joten sen on pakko tulla aineista. (1)

Tässä työssä tuloksena oli, että molemmat ilmapallot täyttyivät etikan ja ruokasoodan reaktioista. (2)

Erityiskoululaisten raporteissa havainnoista raportoitiin vaihtelevien termein. Kaasun muodostuminen kuitenkin oli jollain tapaa tuotu esiin kaikissa raporteissa.

ilmapallo paisuu (3)

Syntyy kaasua (4)

paine nousee ulos (5)

Palloon tuli ilmaa ja kun sooda ja etikka sekoittui se alkoi kuohuta. (6)

Myös etikan laimentamisen vaikutuksesta kemialliseen reaktioon yksittäiset lapset olivat saaneet odotetunlaisia tuloksia.

Laimeammalla etikalla pallo ei täyty kunnolla. (1)

Etikan laimentaminen vedellä vaikuttaa siten, että pulloon tuli vähemmän kaasua. (2)

Erityiskoululaisten raporteissa laimennuksen vaikutuksesta oli erilaisia havaintoja. Kahdessa raportissa neljästä kaasua todettiin syntyneen enemmän kun etikkaa laimennettiin. Yhdessä raportissa eroja ei ollut havaittu lainkaan, ja yhdessä raportissa mainittiin laimeamman etikan muodostaneen vähemmän kaasua. Väkevyyden vaikutus kemialliseen reaktioon oli siten oppimistuloksena vain osalla raportoijia.

Kaasun ominaisuus on myös sen tiheys. Hiilidioksidin todettiin suurimmassa osassa raportteja olevan ilmaa raskaampaa. Muutamassa raportissa päätelmää oli myös perusteltu.

Hiilidioksidi on ilmaa raskaampaa, jolloin ne tippuvat nopeammin maahan kuin puhalletut ilmapallot. (2)

raskaampi, koska ilmapallo ei pysy ilmassa. (3)

Yhdessä raportissa vastausta kysymykseen oli lähdetty hakemaan teoriatiedon kautta käytännön kokeilun sijasta, jolloin oli ajauduttu hieman hakoteille.

Ilmaa kevyempiä kaasuja ovat helium ja tulipalossa syntyvät palavat kaasut, joita hiilidioksidikin on. Turvallisinta on ryömiä ulos palavasta talosta, koska pahat kaasut ovat ylempänä. (1)

Myös parissa muussa raportissa oli osattu mainita helium ilmaa kevyempänä kaasuna. Tutkija oli olettanut heliumin tulevan esille useammassa raportissa, mutta ilmeisesti tämän käytännön tiedon yhdistäminen tutkittavana olevaan asiaan on ollut vaikeaa. Sisällöllisenä tavoitteena eri kaasujen erilaisen tiheyden tiedostaminen kuitenkin saavutettiin.

Kemialliseen reaktioon vaikuttavia tekijöitä lapset tarkastelivat tutkimuksensa jatko-osassa tavoitteenaan kasvattaa ilmapalloa entistä suuremmaksi. Yksittäisten lasten raporteissa ilmapallon kasvattamiseen tarjottiin ratkaisuksi reagenssien määrän lisäämistä. Toisessa raportissa mainittiin ratkaisuvaihtoehtoina myös ravistaminen ja lämmittäminen.

Erityiskoululaisten raporteissa ilmapallon suurentamiseen tarjottiin vaihtelevia ratkaisuja. Yhdessä raportissa ratkaisuun päädyttiin aikaisempien havaintojen perusteella. Tässä raportissa etikan laimentaminen oli saanut aikaan ilmapallon kasvamisen suuremmaksi, joten ratkaisuksi tarjottiin veden lisäämistä. Päättely tässä ratkaisussa on siten oikea, mutta käytännössä tätä ilmeisesti ei ole testattu. Veden lisäämistä oli tarjottu ratkaisuksi myös raportissa, jossa laimennuksen jälkeen kaasun muodostuksessa ei ollut havaittu muutosta. Tähän on tutkijan vaikea päätellä syytä. Kolmannessa raportissa oli aiemmin päädytty tulokseen, että laimentaminen vaikuttaa kaasua lisäävästi. Tässä raportissa kuitenkin pallon

suurentamiskeinoksi ehdotettiin ainemäärien lisäämistä. Tämä on ristiriidassa aikaisempiin päätelmiin, mutta ilmeisesti ratkaisua on joko testattu tai sitten aiemmat havainnot on sivuutettu ja luotettu intuitioon, joka kokemuksen pohjalta kehottanee lisäämään määriä. Raportissa, jossa aiemmin oli saatu oikeat tulokset etikan väkevyyden vaikutuksesta, tarjottiin tässä ratkaisuksi soodan ja etikan sekoittamista. Tämä voi tarkoittaa konkreettista sekoittamista, mutta toisaalta tämä ilmaus voi tarkoittaa myös sitä, että aineita sekoitellaan seokseen lisää.

Yleisesti ottaen kemialliseen reaktioon vaikuttavien tekijöiden oppiminen omista jatkotutkimuksista oli vaihtelevaa. Väkevyyden vaikutuksen ja lähtöaineiden määrän oppi osa lapsista. Yksi raportoiija oli myös oppinut sekoituksen ja lämmittämisen vaikutuksen. Kaasun muodostumisen lisäämiseen ei tarjottu mekaanisia keinoja, kuten ilmapallon venyttelyä. Myöskään väkevämmän etikan käyttöä ei ehdotettu, vaikka laimeamman vaikutukset oli havaittu. Tämä ei sinänsä ole kovin yllättävää, koska arkitodellisuuden keskellä elävät lapset tuskin tulevat ajatelleeksi, että etikkaa voisi olla väkiviinaetikkaa väkevämpänä liuoksena.

Taidollisia tavoitteita tutkimuksessa olivat aineiden käsittelytaidot ja mittaaminen. Yksittäisillä lapsilla mittaukset olivat sujuneet hyvin, mutta erityiskoululaisilla tuloksissa olevat erot johtunevat mittausvirheistä. Työohjeessa annetut määrät ovat testatusti toimineet, mutta koska ne ovat suhteellisen pieniä, mittausvirheitä voi sattua helposti. 20 ml voi olla vaikea mitata tavallisella desimitalla, ja laimentamisessa voi sattua virheitä. Ruokasoodaa työssä on ylimäärin, joten pienten vaihtelujen teelusikallisen mittaamisessa ei pitäisi tuloksiin vaikuttaa, mutta mahdollista se toki on. Aineiden käsittelytaitoja ei voida raporttien perusteella päätellä, mutta työ antaa mahdollisuuden näiden taitojen harjoittamiseen.

Taidollisena tavoitteena työssä oli myös oman jatkotutkimuksen suunnittelu. Lasten tekemiin jatkotutkimuksiin liittyen tutkija olisi toivonut raportioijilta tarkempaa selvitystä siitä, miten ilmapallon suuremmaksi kasvattamista oli tutkittu, mutta selostukset työvaiheista raporteissa olivat lähes olemattomia. Täten on vaikea sanoa, oliko kaikissa tapauksissa jatkotutkimuksia edes tehty, vai oliko

kyseessä vain aiempien tulosten, intuition tai teorian tiedon pohjalta tehty päätelmä. Jatkotutkimuksiin osana liittyi ruokasoodan kanssa samoin reagoivien aineiden etsiminen kotoa. Erityiskoululaiset eivät olleet tätä tehtävää tehneet. Perusteluna tälle mainittiin, että koulusta olivat ilmapallot loppuneet. Reaktiota olisi toki voinut tarkkailla ilman ilmapalloa pelkän kuohumisen perusteella, mutta joko tämä ei ollut tullut oppilaiden mieleen tai sitten motivaatio tehtävän suorittamiseen ilman ilmapalloja on ollut vähäisempi. Yksittäisten lasten raporteista toisessa kerrottiin, että ruokasoodaliuokseen oli lisätty sitruunahappoa, jolloin tulos oli ollut vastaavanlainen. Tästä oli päätelty, että ruokasooda reagoi happamien aineiden kanssa. Toisen yksittäisen lapsen raportissa kysymys oli ilmeisesti ymmärretty toisinpäin, koska raportissa oli pohdittu aineita, jotka sopisivat ruokasoodan tilalle. Näiksi aineiksi ehdotettiin hiivaa ja leivinjauhetta. Näitä aineita ei kuitenkaan ollut testattu, koska kotona ei niitä ollut tutkimushetkellä saatavilla.

Tavoitteena myös tässä työssä oli havainnointi- ja päättelytaitojen kehittäminen. Havainnointi oli jälleen sujunut lapsilta hyvin, ja niistä oli edelleen kattavasti kerrottu raportissa. Päättelytaidot joutuivat käyttöön erityisesti, kun jatkotutkimus ilmapallon kasvattamisesta tuli toteuttaa. Osa lapsista oli tällöin tehnyt loogisia päätelmiä ja osa luottanut enemmän intuitioonsa.

Kaasut-teemaan liittyvissä raporteissa kaikkien osa-alueiden kysymyksiin oli vastattu jokseenkin tunnollisesti. Ainoastaan jatkotutkimuksiin liittyvät seikat jäivät vähemmälle selvitykselle. Raportteja joulukuun aikana ilmestyneestä *Kaasut*-teemasta palautui verrattain vähän, joten vähäisimpiäkin yleistystyksiä on materiaalin pohjalta vaikea tehdä. Joulunalusajan kiireisyys lienee verottanut *KSENONIT*-raporttien laatimista kodeissa ja kerhoissa.

7.2.6 Koonti *Maan aarteet* -teeman raporteista

Raportteja julkaistujen töiden toteuttamisesta palautettiin syksyn aikana 46. Osa näistä tuli tiedekerhosta, osa erityiskoulusta ja osa yksittäisiltä lapsilta eri puolilta Suomea. Erityisesti kerholaisten raporteissa näkyy kollektiivinen työskentely, joka ilmenee raporttien samankaltaisuutena. Vaikka kokeellinen työskentely

olisikin suoritettu pienemmissä ryhmissä, raportteja on selvästi tehty koko ryhmän voimin.

Raportit olivat esitysasultaan vaihtelevia. Yksittäisten lasten raportit oli kirjoitettu vapaamuotoisesti, kun taas kerholaisten ja erityiskoululaisten raportointia varten ohjaajat olivat toisinaan laatineet raporttipohjia. *KSENONIT*-sivustolla raportointiohjeet oli tarkoituksella laadittu sellaisiksi, että lapset saisivat laatia raportin itse. Valmis raporttipohja antaa kyllä vinkkejä siitä, mitä raporttiin tulee kirjoittaa, mutta toisaalta rajoittaa kirjoittamisen ja ajatuksien esille tuomisen vapautta. Isompien ryhmien kanssa työskenneltäessä on kuitenkin ymmärrettävää, jos ohjaaja haluaa käyttää valmista raporttipohjaa. Useamman lapsen yhtäikäisen raportin laatimisen ohjaaminen voi olla vaikeaa ja kuluttavaa.

Tutkimustehtäville asetetuista taidollisista tavoitteista raporteissa korostuu havainnointi. Tämän ikäisille lapsille havainnointi on hyvin luonnollista, ja he tekevät sitä mielellään. Asetetut sisällölliset tavoitteet keskittyvät makrotason ilmiöihin, jolloin oppiminen havaintojen pohjalta on mahdollista. Kokeilemalla todennettavat ilmiöt, kuten ainemäärän vaikutus reaktioon, voidaan tutkivan työskentelyn avulla sisäistää. Havaintoihin perustuvat sisällölliset tavoitteet toteutuvat lasten tutkimuksissa hyvin. Enemmän vaikeuksia tämän ikäisillä lapsilla tuntuu olevan johtopäätösten tekemisen, pohdinnan tai sovellutuksien kautta saavutettavan tiedon rakentamisessa. Syy-seuraus-suhteiden päättelemisen ilmiöiden takana on monille vaikeaa.

Lapset käyttävät päätelmistään omia termejään. Maalajien huokoisuutta voidaan kuvailla ”tiheytenä” tai ”rakojen määränä”, kaasun tiheyttä kuvaillaan ”painavuutena” ja öljy saattaa olla vedessä ”pieninä palloina”. Lapset kuvailevat havaintojaan heille tutuilla sanoilla. Lapsille saattaa tuottaa hankaluuksia ennestään tuttujen asioiden soveltaminen kokeellisen työn yhteydessä. Rautanaulan mustumista etikkahapossa ei esimerkiksi tunnisteta ruostumiseksi, kun tuttu punainen väri puuttuu. Toisaalta lapset kykenevät kokeellisen työskentelyn avulla muuttamaan käsityksiään kemian ilmiöistä.

Tunteisiin vetoavuuden ja aiheen ajankohtaisuuden vaikutus näkyi erityisesti öljyonnettomuustehtävän raporteissa. Tästä aiheesta raportteja *KSENONIT*-klubiin palautui eniten, ja ne olivat sisällöllisesti kattavimpia ja keskenään erilaisempia kuin muiden teemojen raportit. Tunteita herättävästä aiheesta lapset ilmaisivat herkemmin mielipiteitään ja omia ratkaisumallejaan. Myös kriittinen ajattelu on *Öljy*-teeman raporteissa eniten esillä, kun lapset arvioivat öljyntorjuntakeinojen tehokkuutta. Muutamasta raportista kuitenkin saattoi huomata, ettei mallin vastaavuuden hahmottaminen oikeassa todellisuudessa ollut itsestään selvää.

Lapsia pyydettiin vertaamaan tutkimustensa tuloksia ennakko-olettamuksiinsa, jotta he harjaantuisivat oppimisensa tarkkailuun ja kykenisivät vähitellen käsitteenmuutokseen. Suurimmalle osalle raportioijista tuloksien vertaaminen ennakko-oletuksiin ei näyttänyt tuottavan vaikeuksia. Raporteissa kerrottiin erilaisista hämmästyttävistä seikoista, joita tutkimustehtävässä oli tullut vastaan. Syitä ilmiön yllättävyydelle ei kuitenkaan yleensä pohdittu. Näytteen ottoon ja mittaamiseen liittyviä vaikeuksia on raporteissa kokeiden tuloksien pohjalta toisinaan nähtävissä, vaikkei niistä olisi raportissa kerrottukaan. Joissakin raporteissa yllättäviin, virheellisiksi oletettuihin, tuloksiin on etsitty syytä esimerkiksi näytteen otosta, mutta useimmiten näitä inhimillisiä virheitä ei ole otettu tuloksien tarkastelussa huomioon.

Raporteista näkyy hyvin, minkälaisiin asioihin lapset ja heitä ohjaavat aikuiset kiinnittävät raportoinnissa huomiota. Havainnoista raportoidaan yksityiskohtaisesti ja mittauksissa pyritään tarkkuuteen, mutta syy-seuraussuhteita ja pohdintaa jätetään tekemättä, vaikka sitä raportointiohjeessa olisi pyydettykin. Vaikeaa lapselle voi olla myös pohdinnan kirjoittaminen paperille. On totuttu siihen, että raportteihin kirjoitetaan vain ”oikea vastaus”. Ajatusprosessista jää tällöin olennaisia asioita huomioimatta sekä ohjaavalta aikuiselta että reflektointiin opettelevalta lapselta. Erityisen paljon raporteissa on kuitenkin jätetty vastaamatta tiedonhakutehtäviin. Tämä saattaa osaltaan johtua resursseista, esimerkiksi vaikeuksista tarjota kymmenen hengen lapsiryhmälle internetyhteys. Osaltaan tehtävien tekemättä jättäminen kuitenkin kertoo myös siitä, että jo olemassa olevan tiedon etsimistä ei pidetä ”tutkimuksen” kannalta

tärkeänä. Harvat tiedonhakutehtävän suorittaneet olivat kuitenkin tehneet sen huolella. Lähteet oli merkitty raporttiin, eikä niistä ollut kopioitu suoraan.

8 Tutkimuksen luotettavuus

Laadullisessa tutkimuksessa aineiston analysointivaihetta ja luotettavuuden arviointia ei voi jyrkästi erottaa toisistaan. Laadullisessa tutkimuksessa on mahdollisuus kulkea suhteellisen vapaasti edestakaisin aineiston analyysin, tehtyjen tulkintojen ja tutkimustekstin välillä. Tutkija joutuu jatkuvasti pohtimaan tekemiään ratkaisuja ja näin ottamaan kantaa työn luotettavuuteen. Koska laadullisessa tutkimuksessa tutkija itse on tutkimuksensa keskeisin tutkimusväline, koskee luotettavuuden arviointi koko tutkimusprosessia. (Eskola & Suoranta, 2000)

Laadullisten aineistojen arvioinnissa on kiinnitettävä huomiota aineistojen yhteiskunnalliseen merkittävyyteen ja riittävyteen sekä analyysin kattavuuteen ja toistettavuuteen. Aineiston merkittävyys on hyvin suhteellinen asia. (Eskola & Suoranta, 2000) Tämän tutkimuksen yhteiskunnallinen merkittävyys tulee esille erityisesti jo olemassa olevan tiedekasvatusta tarjoavan oppimateriaalin kehittämisessä. *KSENONIT*-virtuaalikerho on ollut toiminnassa puolitoista vuotta ja se tulee jatkamaan toimintaansa edelleen. Siten sen kehittämistä auttava tutkimus on tarpeellista.

Kvalitatiivisen aineiston riittävyttä on vaikea määritellä ennakolta (Eskola & Suoranta 2000). Tässä tutkimuksessa aineiston riittävyys on pyritty saavuttamaan sillä, että kaikki lähetetyt raportit on otettu mukaan aineistoon. Mikäli raportteja olisi tutkimusta varten erikseen teetetty jossakin, se olisi vaikuttanut vapaaehtoisuuteen ja siten saattanut vaikuttaa raporttien loppuasuun. Tämän takia aineistossa on tyytyminen vain spontaanisti lähetettyihin raportteihin.

Analysoinnin kattavuuden varmistamiseksi voidaan käyttää esimerkiksi erilaisia laadullisen aineiston analysointiin tarkoitettuja tietokoneohjelmia. Toisaalta laadullisessa tutkimuksessa harvemmin yritetään selittää aineistoa tyhjentävästi, vaan sen tarkoitus on usein antaa pohjaa teoreettisten ideoiden kehittelyyn. (Eskola & Suoranta, 2000) Tässä tutkimuksessa aineistoa ei ole analysoitu

tietokoneohjelmilla sen suhteellisen pienen koon ja keskinäisten erojen takia. Aineistoa on verrattu asetettuihin oppimistavoitteisiin, pyritty löytämään yhteisiä tekijöitä ja selkeitä eroja ja pyritty luokittelemaan niitä.

Luotettavuutta laadulliselle tutkimukselle tuovat myös analysoitavuus ja toistettavuus. Analysoitavuus tarkoittaa sitä, että lukija pystyy seuraamaan tutkijan päättelyä. Toistettavuus taas tarkoittaa sitä, että analyysin luokittelu- ja tulkintasäännöt esitetään yksiselitteisesti. (Eskola & Suoranta, 2000) Tässä tutkimuksessa tutkijan päättelyä on varsin helppo seurata, koska kaikki johtopäätökset on pyritty perustelemaan. Analyysin luokitteluun ja tulkintaan ei ole esittänyt yksiselitteistä kaavaa, koska raportit eroavat toisistaan paljon jo yhden tehtävän sisällä. Eri teemojen töiden raportit eroavat toisistaan sitäkin enemmän.

Laadullisessa tutkimuksessa luotettavuudessa on kyse erityisesti aineistonkeruuseen liittyvän vaihtelun tiedostamisesta ja hallitsemisesta. Prosessin esille tuominen on olennaista uskottavuuden kannalta. Prosessin kuvaus tekee tutkimuksessa tapahtuneen suuntautumisen sekä tutkimuksen teoreettiset ja aineiston analysointia koskevat painotukset lukijalle ymmärrettävämmäksi. (Kiviniemi 2001) Tässä tutkimuksessa on kerrottu tarkasti, mitä kautta aineisto on kulkeutunut tutkijalle. Aineistosta tehtyjä tulkintoja on pyritty perustelemaan lukuisilla lainauksilla raporteista. Myös tutkimusprosessiin liittyvät taustat jo aiemmin olemassa olleine sivustoineen on tuotu esille.

Tässä tutkimuksessa käytetty raporttiaineisto on otokseltaan pieni. Koska aineistonkeruu on perustunut vapaaehtoisuudelle, raportoivien lasten ominaisuuksia ei ole voitu ennalta määritellä. Siten otos ei ole valtakunnallisesti kattava. Koska kyseessä kuitenkin on tapaustutkimus, ei yleistettävyyteen ole alun perin pyrittykään.

9 Johtopäätökset ja pohdinta

Tässä tutkimuksessa kehitettiin uutta tutkivaan lähestymistapaan perustuvaa materiaalia lasten kemian harrastuneisuuden ja oppimisen tueksi. Jotta lapset harjaantuisivat käyttämään ja kehittämään tärkeitä tutkimistaitojaan ja opettajat rohkaistuisivat käyttämään tutkivaa lähestymistapaa koulussa, on tärkeää että materiaalia on olemassa. WWW-muodossa tämä materiaali on kaikkien saatavilla. Materiaali tukee lapsia niin *KSENONIT*-virtuaalikerholaisina, muina tiedekerholaisina kuin satunnaisena sivustolla kävijänä. Opettajista materiaali tukee erityisesti luokanopettajia, mutta siitä on hyötyä myös aineenopettajille, jos he haluavat perehtyä tutkivan lähestymistavan töihin. Lisäksi materiaalia voivat hyödyntää kerhonohjaajat ja opettajankouluttajat ympäri Suomen.

Kehitetty materiaali tarjoaa laajan, mutta yhtenäisen kokonaisuuden tutkivan lähestymistavan kokeellisia töitä. Kehitetty kokonaisuus on siten arvokas myös kokonaisuutena, ei vain yksittäisinä töinä. Kokonaisuus esittelee kemian ilmiöitä ja merkitystä luonnontieteen eri osa-alueilla laajentaen siten ihmisten käsityksiä kemiasta. Näin se antaa arvokkaan panoksen kansalliselle tiedekasvatukselle.

Tutkimuksessa kehitetty tutkivaan lähestymistapaan pohjautuva materiaali on merkittävä myös, koska se on kehitetty alakouluikäisten lasten kehitystason mukaiseksi. Koska alakouluikäisten lasten ajattelu on vielä konkreettisten ajatusoperaatioiden hallitsemaa, käsittelevät suunnitellun materiaalin tehtävät kemian makrotason ilmiöitä. Makrotason ilmiöitä voidaan jäsentää konkreettisen käytännön testaamisen kautta. Looginen ajattelu kehittyy tässä iässä voimakkaasti, ja sen tukemiseksi tutkimustehtäviin on liitetty paljon pohdintaa ja päättelyä vaativia osatehtäviä.

Kehitetyt tutkimustyöt tukivat lasten oppimista erityisesti havaintojen pohjalta tehtävissä päätelmissä. Lapset tekevät havaintoja hyvin spontaanisti ja oppivat kemiaa makrotason ilmiöistä itse kokeilemalla. Sen lisäksi, että havaintojen tekeminen on luonnollista tämän ikäkauden lapsille, havainnointia on

todennäköisesti myös painotettu koulussa luonnontieteiden oppitunneilla. Johtopäätös-, sovellutus- ja tiedonhakutehtävistä taas oli usein jätetty raportoimatta. Oletettavaa kuitenkin on, että pohdintaa ja johtopäätöksiä lapset varmasti tutkimustehtävän aikana joutuvat tekemään, mutta niistä ei osata raportoida yhtä hyvin kuin havainnoista. Osa pohdinnasta saattaa olla tiedostamatonta, jolloin siitä ei voida raportoida. Toisaalta jokaisella lapsella ja häntä ohjaavalla aikuisella on myös oma käsityksensä siitä, mikä raportoinnissa on olennaista. Raportti ei ole suora kuvaus siitä mitä on tehty, vaan enemmänkin se kertoo siitä, mitä tehtävän suorittaja haluaa suorituksestaan kertoa.

Osatehtävien tekemättä jättämiseen vaikuttaa osaltaan *KSENONIT*-klubin toiminnan vapaaehtoisuus. Vapaaehtoisessa toiminnassa vaikeilta tai työläiltä tuntuvat vaiheet jätetään herkästi tekemättä. Vapaaehtoinen raportointi kuitenkin kertoo paljon siitä, mikä luonnontieteiden oppimisessa on lapsia ohjaavien aikuisten ja varmaankin osaksi jo myös tehtäviä toteuttavien lasten mielestä olennaista. Erityisesti tiedonhankintatehtäviä oli selvästi jätetty väliin. Ilmeisesti lapset tai ohjaajat siis näkevät tiedonhankinnan joko tarpeettomana tai liian vaikeana. Luonnollisesti tiedon hakeminen internetistä tai kirjastosta on vaivalloista etenkin tottumattomalle käyttäjälle, mutta näiden taitojen kehittäminen on tulevaisuuden kannalta erittäin hyödyllistä. Siksi opettajien ja ohjaajien olisi syytä nähdä vaivaa näiden taitojen opettamiseen. Tutkimuksen lapset ovat todennäköisesti koulussa opiskelleet vielä vanhojen opetussuunnitelman perusteiden (POPS 1994) mukaan, ja siten eivät ole kovin harjaantuneita tutkimuksen toteuttamisessa. Uudet opetussuunnitelman perusteet tuonevat enemmän tutkivaa lähestymistapaa kouluopetukseen.

Syy-seuraus-suhteiden päättely on osalle tämän ikäkauden lapsista vielä selvästi vaikeaa. Kun ilmiöiden syiden pohtiminen edellyttää syvempää ajattelua, on ohjaajan apu oikeiden johtopäätösten saavuttamiseksi olennaista. Ohjaaja voi johdatella lapsia esimerkiksi kysymyksien avulla oikeaan suuntaan. Erityisesti nuorilla lapsilla ei ole edellytyksiä muodostaa tieteellisesti hyväksyttyjä selityksiä ilmiöille ilman ohjaajan apua. Puhtaan konstruktivismin mukainen kokeilemalla oppiminen ei siten kemian opiskelussa erityisesti pienten lasten kyseessä ollessa riitä. Ohjaajan tuki on tarpeen myös ennakko-oletuksien esille nostamisessa ja

tuloksiin vertaamisessa. Kun tuloksia verrataan omiin aiempiin käsityksiin, on käsitteenmuutosprosessi mahdollinen. Lapsille on hyvä tarjota myös mahdollisuuksia sosiaalisessa kontekstissa oppimiseen, sillä puhumisen kautta käsitteistöä opitaan käyttämään. Sosiaalisessa ympäristössäkin ohjaajan tuki on kuitenkin välttämätöntä. Ryhmässä toimiessaan lapset saattavat hyväksyä toisen lapsen tarjoaman selitysmallin sitä kyseenalaistamatta, jolloin koko ryhmä saattaa omaksua virhe käsityksiä.

Tutkivan oppimisen toteuttamista puhtaimmillaan rajoittaa tämäntyyppisessä WWW-materiaalissa jatkuvan ohjauksen puute. Jotta lapset voisivat toteuttaa töitä avoimemmin, heillä tulisi olla mahdollisuus jatkuvaan asiantuntija-apuun. Vaikka lapset tekevätkin töitä aina aikuisen seurassa, ei tämä aikuinen välttämättä ole tutkittavan aiheen ja tutkimusprosessin asiantuntija. Ideaalitulanteessa sivustolla olisikin virtuaalinen ohjaaja, jolle esim. sähköpostilla voisi lähettää kysymyksiä tutkimuksen etenemisestä. Tämä kuitenkin vaatisi yhden ihmisen jatkuvan työskentelyn sivuston parissa.

Kun *KSENONIT*-sivut alkoivat ilmestyä verkossa marraskuussa 2003, ensimmäisiin raportointitehtäviin oli laadittu valmis raportointilomake kysymyksineen. Tästä luovuttiin tämän tutkimusprojektin alussa toivomuksena saada lapsilta vaihtelevampia raportteja. Suurempien oppilasryhmien ohjaajat olivat silti laatineet lapsille valmiit raporttipohjat. Ilman lomakepohjia laaditut raportit olivatkin selvästi vaihtelevampia kuin pohjalle laaditut. Vapaamuotoisen raportoinnin ongelma kuitenkin on se, että kaikkiin haluttuihin kysymyksiin ei välttämättä saada vastauksia. Kirjoittaminen on tärkein oppimisen väline, ja jotta se tukisi ajattelun kehitystä, sen tarkoituksena tulisi olla opiskelijoiden omien ajatusten ja tietojen kehittäminen, uuden tiedon luominen ja tuotetun tiedon välittäminen muille (Hakkarainen et al., 2004). Raporttien itsenäinen kirjoittaminen luo siten puitteita ajattelun kehittymiselle ja antaa samalla mahdollisuuden kehittyä raportoinnissa. Valmiit lomakepohjat eivät tätä mahdollista.

Raportoinnissa voi kehittyä, jos siitä annetaan palautetta. Tutkimusjakson aikana palautetta ei raportioijille henkilökohtaisesti annettu. Vuoden vaihteessa 2005

kaikille raportteja lähettäneille lapsille lähetettiin kirje, jossa syksyn tutkimustehtävistä annettiin palautetta kollektiivisesti. Tällöin kuitenkin ensimmäisistä raporteista oli jo kulunut aikaa useita kuukausia, joten palaute ei ollut enää tehokkaimmillaan. Jatkossa olisi suotavaa, että raporteista voitaisiin aina antaa henkilökohtainen välitön palaute. Kevään 2005 aikana sivustolle tulleista raporteista onkin jo annettu henkilökohtaiset palautteet.

Tämän tutkimuksen raporttiaineistossa lapset ovat raportoineet ohjeiden mukaan lähinnä tutkittavaa ilmiötä koskevista seikoista. Jatkossa lapsia voisi pyytää raportoinnissaan keskittymään myös metakognitiivisiin huomioihin: mitä opin, miten opin, mitä olisin voinut tehdä toisin jne. Tämä kehittäisi heidän taitoaan tarkkailla omaa oppimistaan ja antaisi enemmän informaatiota oppimisprosessista. Lapset voisivat kiinnittää myös huomiota tutkimusprosessin vaiheisiin ja niiden merkityksiin lopputuloksen kannalta. He voisivat miettiä esimerkiksi, mistä johtuvat mahdolliset virheet tuloksissa. Omia tuloksia voisi myös verrata tiedeyhteisön vastaaviin. Näin lapset oppisivat luotettavuustarkastelua ja tiedonhakua.

KSENONIT-virtuaalikerho on saanut erinomaista palautetta niin raporttoivilta lapsilta, heitä ohjaavilta aikuisilta kuin satunnaisilta sivustolla kävijöiltä. Myös kentällä toimivat opettajat ovat havainneet materiaalin hyödylliseksi. Laajemmat teemat pitävät toiminnan yhtenäisenä ja lasten mielenkiinnon yllä. Jatkossakin tutkivaan oppimiseen painottuvat tehtävät lienevät hyvä pohja raporttitöiden suunnittelulle. Erityisesti ajankohtaiset ja tunteita tai mielipiteitä herättävät aiheet tuntuvat kiinnostavan lapsia.

KSENONIT-hanke antaa mahdollisuuden monien jatkotutkimusten suorittamiseen. Joka lukukaudelle suunnitellaan uusi teema, joten uuden materiaalin tarve on jatkuva. Siten materiaalin kehittämiseen liittyvä tutkimus on jatkossakin toivottavaa. Jotta tutkivan oppimisen toteutumisesta saataisiin enemmän tietoa, olisi syytä paneutua tarkemmin johonkin yksittäiseen tutkimustehtävään ja tarkastella sen toteutusta esimerkiksi koulu- tai kerhoyhteisössä. Tehtävien ja virtuaalikerhon toimivuudesta voitaisiin saada arvokasta tietoa haastatteleamalla virtuaalikerhon jäseniä. Myös lapsia ohjaavilta

vanhemmilta, kerhonohjaajilta tai opettajilta voitaisiin kerätä huomioita ja mielipiteitä haastattelu- tai kyselytutkimuksella. Sivuston kehittämisessä tutkimus on arvokas lisä.

Lähteet

- Aatelo M. (toim.) 1995. Lähteiltä tuotteiksi – öljyn tie. Kemianteollisuus ry, Taloudellinen Tiedotustoimisto, Suomen Muoviteollisuusliitto, Öljyalan keskusliitto. Tampere: Tammer-Paino Oy
- Ahonen T. 2005. Historiaan pohjautuva lähestymistapa kemian opetuksessa. Pro gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto. Kemian laitos. Kemian opettajankoulutusyksikkö.
- Aksela M. 1998. Tapaustutkimus tiedekerhopilottihankkeesta ja tiedekerhojen toiminnasta ala-asteella. Sivulaudaturtyö. Helsingin yliopisto. Opettajankoulutuslaitos.
- Aksela M. & Juvonen R. 1999. Kemian opetus tänään. Opetushallitus, moniste 27/99. Helsinki: Edita Oy
- Aksela M., Lavonen J., Juuti K. & Meisalo V. 2004. FyKe-virtuaalikoulu 3: TVT tukena mallintamisessa fysiikan ja kemian opetuksessa. Dimensio 4/2004, 18–21.
- ASTEL. Oppimateriaali lasten fysiikan oppimisen tueksi. (viitattu 14.5.2005) www.openet.fi/astel
- Brady N. & Weil R. 2004. Elements of the Nature and Properties of Soils. 2. painos. Pearson Education.
- Bybee R. 2004. Scientific Inquiry and Science Teaching. Teoksessa Flick L. & Lederman N. Scientific Inquiry and Nature of Science: Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education. Science & Technology Education Library. Kluwer Academic Publishers, 1–14.
- Crawford B. 2000. Embracing the essence of inquiry: New Roles for Science Teachers. Journal of Research in Science Teaching, 37(9), 916–947
- Deboer G. 2004. Historical perspectives on Inquiry Teaching in Schools. Teoksessa Flick L. & Lederman N. Scientific Inquiry and Nature of Science: Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education. Science & Technology Education Library. Kluwer Academic Publishers, 17–35.
- Eskola J. & Suoranta J. 2000. Johdatus laadulliseen tutkimukseen. 5. painos. Tampere: Vastapaino.
- FCIC. Federal Citizen Information Center. FirstGov for Kids: Science & Math. (viitattu 14.5.2005) http://www.kids.gov/k_science.htm
- Grönholm S., Alviola R., Kinnunen K., Kojonen K., Kärkkäinen N. & Mäkitie H. (toim.) 2004. Retkeilijän kiviopas. Geologian tutkimuskeskus. Otamedia.

Hakkarainen K., Lonka K. & Lipponen L. 2004. Tutkiva oppiminen: Järki, tunteet ja kulttuuri oppimisen sytyttäjinä. 6. painos. Helsinki: WSOY.

Havu-Nuutinen S. 2005. Examining young children's conceptual change process in floating and sinking from a social constructivist perspective, *International Journal of Science Education*, 27(3), 259–279

Heikinaho S. 2001. Ympäristökemian tutkimustori. Pro gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto. Kemian laitos. Epäorgaanisen kemian laboratorio.

HHMI. Howard Hughes Medical Institute. Cool Science for Curious Kids. (viitattu 14.5.2005) <http://www.hhmi.org/coolscience/>

Holste M., Raekunnas M. & Riikonen J. 1999. Maalajien vedenpidätyskoe. Luonnontutkija 4. Opettajan kansio. Helsinki: WSOY, 33.

Honkanen J., Raekunnas M., Riikonen J. & Saarivuori M. 2001. Luonnonkirja 3. Opettajan materiaali. Helsinki: WSOY, 81.

Honkanen J., Raekunnas M., Riikonen J. & Saarivuori M. 2002. Kuinka lämpötila vaikuttaa ilmaan? Luonnonkirja 4. Opettajan materiaali. Helsinki: WSOY, 180.

Johnstone A. 1991. Why is Science Difficult to Learn? Things are Seldom What They Seem. *Journal of Computer Assisted Learning* vol.7, 75-83.

Juuti K. 2002. Tutkiva opiskelu fysiikassa ja kemiassa. *Dimensio* 5/2002, 34–37.

Juuti K., Lavonen J., Aksela M., & Meisalo V. 2004. Fyke-virtuaalikouluhankkeen tuloksia: Oppimisalustat opiskelun monipuolistajana. *Dimensio* 1/2004, 57–58.

Juuti K. 2005. Towards Primary School Physics Teaching and Learning: Design Research Approach. Väitöskirja. Helsingin yliopisto. Kasvatustieteellinen tiedekunta. pdf-julkaisu (viitattu 4.3.2005) <http://ethesis.helsinki.fi/julkaisut/kay/sovel/vk/juuti/towardsp.pdf>

Kerhokeskus – koulutyön tuki. Kerhokeskuksen www-sivut (viitattu 27.4.2005) <http://www.kerhokeskus.fi/>

Kerhonetti. Kerhotoiminnan palvelusivusto (viitattu 29.4.2005) <http://www.kerhonetti.net/>

Keränen O. (toim.) 1993. Öljypuomiopas: Öljyntorjuntarajoituspuomien määrittely sisävesi- ja rannikkoalueilla. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja, nro 522. Helsinki: Vesi- ja ympäristöhallitus.

Kiviniemi K. 2001. Laadullinen tutkimus prosessina. Teoksessa Aaltola & Valli (toim.) *Ikkunoita tutkimusmetodeihin II – näkökulmia aloittelevalle tutkijalle*

tutkimuksen teoreettisiin lähtökohtiin ja analyysimenetelmiin. Jyväskylä: PS-kustannus, 68–84.

Kolb D. 1984. Experiential learning: Experience as the source of learning and development. Prentice-Hall.

Korpela J. & Linjama T. 2003. Web-suunnittelu. Jyväskylä: Docendo Finland Oy.

Lahtonen U. 2004. Öljyntorjunnan kehitys Suomessa 1968 lähtien 1990-luvulle. Suomen ympäristö 680. Helsinki: Ympäristöministeriö.

Lavonen J., Meisalo V. et al. Kokeellisuuden työtavat. Malux-palvelimen KIRJASTO-hakemisto. Helsingin yliopiston soveltavan kasvatustieteen laitos. Matemaattisten aineiden opetuksen tutkimus- ja kehittämiskeskuksen www-sivut (viitattu 27.4.2005) <http://www.edu.helsinki.fi/malu/kirjasto/kokeel/index.htm>

Leach J. & Scott P. 2000. Children's thinking, learning, teaching and constructivism, teoksessa Monk & Osborne (toim.) Good practice in science teaching – what research has to say. Buckingham: Open University Press, 41–56.

Lindgren C., Lager H. & Fejes J. 2001. Oil spill dispersants: Risk assessment for Swedish waters. IVL Rapport, Institutet för vatten- och luftvårdsforskning, B:1439. Svenska miljöinstitutet.

Loesching L. 1994. Oxidation: Rust Race. Simple Chemistry Experiments with Everyday Materials. New York: Sterling Publishing, 70–71.

LUMA-keskus A. LUMA-keskuksen verkkosivut. (viitattu 5.5.2005) <http://www.helsinki.fi/luma/>

LUMA-keskus B. Kemian WWW-materiaaleja. LUMA-keskuksen verkkosivut. (viitattu 29.4.2005) <http://www.helsinki.fi/luma/opetus/www-materiaalit/kemia.htm>

Magnusson S. & Palincsar A. 1995. The Learning Environment as a Site of Science Education Reform. Theory into Practice, 34(1), 43–50.

MAOL ry. Kemian tutkimuksia peruskoulun 1.–6. luokille. 3.9 Hiilidioksidin kerääminen. MAOL ry:n verkkosivut. (viitattu 15.5.2005) <http://www.maol.fi/frames/ainedokut/tutkimus.html>

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

Meisalo V., Sutinen E., Tarhio J. 2000. Modernit oppimisympäristöt – tietotekniikan käyttö opetuksen ja oppimisen tukena. Tietosanoma oy.

Metsämuuronen J. 1995. Harrastukset ja omaehtoinen oppiminen. Sitoutuminen, motivaatio ja coping: Teoreettinen tausta, rakenneanalyysi ja sitoutuminen. Helsingin yliopiston opettajankoulutuslaitos. Tutkimuksia 146.

Moilanen P. & Räihä P. 2001. Merkitysrakenteiden tulkinta. Teoksessa Aaltola & Valli (toim.) Ikkunoita tutkimusmetodeihin II – näkökulmia aloittelevalle tutkijalle tutkimuksen teoreettisiin lähtökohtiin ja analyysimenetelmiin. Jyväskylä: PS-kustannus, 44–67.

Multisilta J. 1997. Miltä näyttää WWW-maailma oppimisympäristönä. Teoksessa Lehtinen E. (toim.). Verkkopedagogiikka. Helsinki: Edita, 100–111.

Muurinen M. & Skarp N. 2004. Oivaltamisen iloa laskennallisesta kemiasta. Pro gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto. Kemian laitos. Fysikaalisen kemian laboratorio ja opettajankoulutusyksikkö.

Opetusministeriö 2004. Tiede- ja yhteiskuntatyöryhmän muistio. Opetusministeriön työryhmämuistioita ja selvityksiä 2004:28. pdf-julkaisu (viitattu 9.5.2005) <http://www.minedu.fi/julkaisut/koulutus/2004/tr28/tr28.pdf>

Piaget J. & Inhelder B. 1969. The Psychology of the Child. London: Routledge & Kegan Paul.

POPS 1994. Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet 1994. Opetushallitus. Helsinki: Painatuskeskus.

POPS 2004. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2004. Opetushallituksen www-sivut http://www.oph.fi/info/ops/pops_web.pdf

Rauste-von Wright M., von Wright J. & Soini T. 2003. Oppiminen ja koulutus. Helsinki: WSOY.

Rödström M. 1992. Lapsen kehitys 7–12 vuotta. Suomentaja Hillevi Huovinen. Helsinki: Otava.

Saarela-Kinnunen M. & Eskola J. 2001. Tapaus ja tutkimus = tapaustutkimus? Teoksessa Aaltola & Valli (toim.) Ikkunoita tutkimusmetodeihin I – metodin valinta ja aineistonkeruu: virikkeitä aloittelevalle tutkijalle. Jyväskylä: PS-kustannus, 158–169.

Sahlberg S. 1992. Metsämaan orgaaninen aine ja sen vaikutus maan huokoisuuteen. Metsänhoitotieteen pro gradu -työ. Helsingin yliopisto.

Salter's Company. The Salter's Institute. Salter's Chemistry Club'in verkkosivut. (viitattu 9.5.2005) <http://www.salters.co.uk/club/index.htm>

Sayed S., El Sayed A. & Zayed A. 2004. Removal of Oil Spills from Salt Water by Magnesium, Calcium Carbonates and Oxides. Journal of Applied Sciences and Environmental Management, 8(1), 71–78, pdf-julkaisu (viitattu 4.3.2005) <http://bioline.utsc.utoronto.ca/archive/00001729/01/ja04015.pdf>

Science Service. Science News for Kids. (viitattu 14.5.2005)
<http://www.sciencenewsforkids.org/>

Science World, 1995. Fizzy Rocks. The Greater Vancouver Science Fun Guide. Calgary: Bare Bones Publishing, 71.

Songer N.B., Lee H. & McDonald S. 2003. Research Towards an Expanded Understanding of Inquiry Science Beyond One Idealized Standard. Science Education, July 2003, 87(4), 490–516.

Syrjälä L., Ahonen S., Syrjäläinen E. & Saari S. 1994. Laadullisen tutkimuksen työtapoja. Helsinki: Kirjayhtymä.

Tella S. 1997. Verkostuva viestintä- ja tiedonhallintaympäristö opiskelun tukena. Teoksessa Lehtinen E. (toim.) Verkkopedagogiikka. Helsinki: Edita. 41–59.

Tella S., Nurminen O., Oksanen U. & Vahtivuori S. 2001. TriO-projektin suosituksset, Teoksessa Tella, Nurminen, Oksanen & Vahtivuori (toim.) Verkko-opetuksen teoriaa ja käytäntöä. Studia Paedagogica 25, Helsingin yliopisto, Helsinki (s. 220, 219–243)

Tiedä häntä 3, 1998. Kemianteollisuus ry, Sähkö- ja elektroniikkateollisuus SET ry, Metalliteollisuuden keskusliitto MET ry, Kerhokeskus - Koulutyön tuki ry, Taloudellinen Tiedotustoimisto, 27.

Tynjälä P. 2000. Oppiminen tiedon rakentamisena: Konstruktivistisen oppimiskäsityksen perusteita. Helsinki: Tammi.

Vainio T. & Vesala A. 1990. Öljyntorjuntadispersanttien käyttö ja ominaisuudet murtovedessä alhaisissa lämpötiloissa. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja, nro 238. Helsinki: Vesi- ja ympäristöhallitus.

Varjola I. 2000. Internetin käyttö kemian opiskelussa: Neljä tapaustutkimusta peruskoulussa ja lukiossa. Licensiaattitutkielma. Helsingin yliopisto. Kemian laitos.

Vemu oy. Vemu oy:n ympäristötuotteet: Öljyntorjunta. Vemu oy:n www-sivut (päivitetty 1.12.2002) <http://www.vemu.fi/111%20öljyntorjunta.htm>

Watson R. 2000. The Role of Practical Work, teoksessa Monk M. & Osborne J. (toim.) Good practice in science teaching: What research has to say. Buckingham: Open University Press, 57–71.

Westman C. 1991. Maaperä ja sen toiminta kasvualustana. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja, nro 67, pdf-julkaisu (viitattu 4.3.2005) <http://honeybee.helsinki.fi/mmeko/KURSSIT/ME102/Maapera.PDF>

White B. & Frederiksen J. 1998. Inquiry, Modeling, and Metacognition: Making Science Accessible to All Students. Cognition and Instruction, 16(1), 3–118.

Winn W. 2002. Current Trends in Educational Technology Research: The Study of Learning Environments. *Educational Psychology Review*, 14(3), 331–351

Ympäristöhallinto. Öljyntorjuntatekniikka. Valtion ympäristöhallinnon www-sivut. (päivitetty 31.12.2004)
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=9536&lan=fi>

Zachos P., Hick T., Doane W. & Sargent C. 2000. Setting Theoretical and Empirical Foundations for Assessing Scientific Inquiry and Discovery in Educational Programs. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(9), 938–962

Liitteet

Liite 1. Kastuuko maa?

Liite 2. Tulostaulukko ja raportointiohjeet Kastuuko maa? -työhön

Liite 3. Tunnistatko kiviä?

Liite 4. Mineraalitutkimuksia

Liite 5. Ruostuuko?

Liite 6. Mitkä esineet johtavat lämpöä?

Liite 7. Mitä jos öljyä pääsee mereen?

Liite 8. Tutki kotisi öljyjä

Liite 9. Pullon henki

Liite 10. Paleleeko ilma?

SYYSKUUN RAPORTTITYÖ: KASTUUKO MAA?

Maaperä ympärilläsi ei ole kaikkialla samanlaista. Uimarannalla kävelet hiekalla, puutarhassa voit upottaa kätesi multaun, joskus maa on liian kivinen paljain jaloin kävelyyn, ja joskus saatat liukastua saviseen maahan. Kaikissa näissä paikoissa on erilaisia maalajeja. Maalajeilla on suuri merkitys myös erilaisten kasvien menestymisen kannalta.

Tässä työssä tutkitaan, miten käy kun erilaisia maalajeja kastellaan: päästävätkö ne veden lävitsensä vai imeytyykö vesi maahan.

Tarvittavat aineet ja välineet:

- jogurttipurkkeja
- lasipurkkeja tai korkeita juomalaseja
- talouspaperia
- erilaisia maalajeja (esim. multaa, hiekkaa, soraa, savea...)
- vettä ja desimitta
- sekuntikello ja muistiinpanovälineet (voit tehdä muistiinpanot erilliselle paperille)
- tulostettava taulukko tuloksia varten

Työohje:

Kerää lähiympäristöstäsi 3-4 erilaista maanäytettä. Voit ottaa näytteen esimerkiksi multamaasta, savimaasta, hiekasta ja sorasta. Kirjaa muistiinpanoihisi ylös paikat, joista otit näytteet. Tutki näytteiden rakennetta ensin paljaalla silmällä ja sitten suurennuslasilla. Miltä maalajit näyttävät? Mitä yhteneväisyyksiä ja eroavaisuuksia niillä on? Kirjaa huomiot ylös.



Leikkaa jogurttipurkkien pohjaan noin senttimetrin läpimittainen reikä (pyydä apua vanhemmilta). Laita purkkien pohjalle hieman talouspaperia, jotta maanäytteet eivät tule siitä läpi. Purkkeja tarvitset yhtä monta kuin sinulla on eri maalajeja.

Mittaa sama määrä jokaista maanäytettä ja laita ne eri purkkeihin. Painele maanäyte tiiviisti purkkiin.

Aseta kukin purkki korkeaan juomalasiin tai lasipurkkiin siten, että näytepurkkisi ei kosketa isomman purkin pohjaa (roikkuu siis esimerkiksi reunoilta).

Kaada yhteen purkkiin varovasti 1 dl vettä ja mittaa sekuntikellolla kauanko kestää, kunnes ensimmäinen tippa putoaa isomman astian pohjalle. Merkitse tulos tulostamaasi taulukkoon. Mittaa samalla tavalla muillekin näytteille aika, kunnes vesi tulee läpi.

Anna purkkien seistä puoli tuntia ja mittaa sitten desimitalla kustakin maalajista läpi päässyt vesimäärä. Merkitse tulokset taulukkoon.

Maalajitutkimuksen tulostaulukko

MAALAJI	Veden läpituloaika	Läpi päässyt vesimäärä

Kirjaa tähän taulukkoon tutkimuksesi mittaustulokset.

Ohjeet raportin tekemiseen:

- Muista mainita raportissasi paikat, joista keräsit maalajinäytteet sekä huomiot jotka teit näytteistä aluksi.
- Liitä raporttiisi tämän paperin taulukko.

Vastaa lisäksi seuraaviin kysymyksiin:

1. Mistä maalajista vesi tuli läpi nopeimmin ja mistä hitaimmin?
2. Mikä maalaji päästi lävitseen eniten vettä ja mikä vähiten?
3. Oliko jokin tuloksista mielestäsi yllättävä?
4. Mistä erot veden läpäisevyydessä voivat johtua? (Tutki näytteitä vielä suurennuslasilla.)
5. Mitä merkitystä luulet veden läpäisevyydellä olevan kasvien menestymisen kannalta?
6. Voit vielä käydä katsomassa paikkoja, joista keräsit maanäytteet. Huomaatko eroja kasvien määrässä ja ulkonäössä näillä paikoilla? Voit myös tutkia kirjoista tai internetistä, minkälaiset kasvit viihtyvät esimerkiksi hiekassa ja mitkä taas mullassa, ja kirjoittaa siitä raporttiisi (mainitse myös, mistä tiedon löysit).

TUNNISTATKO KIVIÄ?

Etsi ympäristöstäsi erilaisia kiviä. Tutki niitä suurennuslasilla. Minkälaisia kivet ovat? Pystytkö piirtämään niistä kuvia? Voit lainata kirjastosta kivien tunnistuskirjoja tai katsella esim. ympäristö- ja luonnontieteen oppikirjaasi. Tunnistatko kivilajeja?

Hyviä kuvia kivistä, jalokivistä ja mineraaleista löydät Oulun yliopiston Geologisen museon sivuilta: <http://cc.oulu.fi/~geomuwww/kokoelmat/index.html>

Lisäksi hyödyksesi erityisesti kivien ja mineraalien tunnistamisessa voi olla Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) kiviopas: <http://www.gsf.fi/domestic/opas.html>

Voit lähettää myös tunnistamistasi kivistä raportin Ksenoneihin!

MINERAALITUTKIMUKSIA

Kivet koostuvat erilaisista mineraaleista. Ne ovat luonnossa esiintyviä kiinteitä, elottomia aineita. Monet mineraalit ovat ihmisten keskuudessa varsin haluttua tavaraa, koska niistä useat koostuvat aineista, joita käytetään esimerkiksi teollisuuden raaka-aineina. Myös jalokivet ovat mineraaleja. Mineraalia, josta voidaan valmistaa metalleja tai muita arvokkaita tuotteita, kutsutaan malmimineraaliksi.

Seuraavilla kotikonsteilla voit etsiä kivistä kahdenlaisia mineraaleja.

Rautaisia kiviä?

Yksi teollisuudessa paljon käytetty metalli on rauta. Sitäkin etsitään kivistä. Näillä yksinkertaisilla ohjeilla pystyt tutkimaan, sisältävätkö esimerkiksi kotipihasi kivet rautaa!

Tarvittavat aineet ja välineet:

- erilaisia kiviä, kerää kuitenkin aina 2 samanlaista
- piirustuspaperi
- magneetti

Työohje:

Hankaa kahta samanlaista kiveä voimakkaasti toisiaan vasten paperin päällä. Paperille putoaa pieniä kivihippusia. Nosta hippusten alla oleva paperi varovasti ylös pöydältä siten että muruset eivät putoa. Kuljeta magneettia paperin alapinnalla. Liikkuuko osa murusista magneetin mukana? Jos liikkuu, olet todennäköisesti löytänyt kivistäsi rautamineraaleja!

Löydätkö kivistä karbonaatteja?

Toinen mineraaliryhmä, jonka voit helposti tutkia kivistä, on karbonaatit. Niitä käytetään mm. sementin ja joidenkin paperilaatujen valmistamisessa sekä maatalouskalkkina.

Tarvittavat aineet ja välineet:

- kiviä
- väkiviina- tai viinietikkaa
- lasi tai muu astia

Työohje:

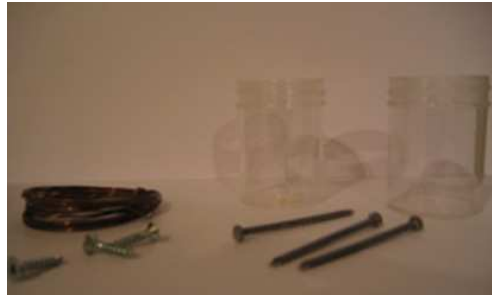
Kaada lasi puolilleen etikkaa. Pudota kivi etikkaan. Jos kivi sisältää karbonaatteja, muodostaa se etikassa kaasua (näet sen kuplimisena ja kuohumisena). Suomesta karbonaatteja sisältäviä kiviä voi olla vaikea löytää, mutta jos olet saanut tai itse tuonut erikoisen näköisiä kiviä ulkomailta, niistä voi karbonaatteja löytyä helpostikin! Kokeile!

KUUKAUDEN RAPORTTITYÖ: RUOSTUUKO?

Mitä tapahtuukaan öljyämättömille polkupyörän ketjuille, jos pyörä jää koko kesäksi ulos? Varmaankin tiedät, että ne ruostuvat. Seuraavassa tutkimuksessa tehtäväsi on selvittää ruostumiseen vaikuttavia tekijöitä.

Tarvittavat aineet ja välineet:

- erilaisia pieniä metalliesineitä: esimerkiksi päällystämättömiä rautanauloja, sinkittyjä rautanauloja ja kuparinauloja/-lankaa (3 kappaletta kutakin)
- läpinäkyviä muovi- tai lasipurkkeja
- vettä
- etikkaa
- suolaa



Tarvitset myös muistiinpanovälineet tutkimuspäiväkirjaa varten.

Työohje:

Valmista suolaliuos liuottamalla ruokalusikallinen suolaa lasilliseen vettä.

Tarkoituksesi on tutkia metalliesineiden reaktiota eri liuoksissa. Kaada purkkien pohjalle senttimetrin verran tutkittavaa liuosta ja aseta tutkittava esine liuokseen. Sinulla on siis esimerkiksi yhdessä purkissa rautanaula etikassa, toisessa rautanaula vedessä ja kolmannessa rautanaula suolaliuoksessa. Merkitse purkkeihin vaikkapa maalarinteipin ja vedenkestävän tussin avulla, mitä nestettä niissä on!

Tee samanlainen tutkimussarja myös muille tutkittaville esineille: yksi kappale jokaista esinettä kolmeen eri liuokseen. Älä laita samaan purkkiin kahta eri esinettä!

Nyt seuraa tutkijalta kärsivällisyyttä vaativa vaihe. Purkit jätetään seisomaan 1 - 3 viikoksi. Kirjoita nyt ylös ennusteesi, mitä luulet esineille tutkimusjaksosi aikana liuoksissa tapahtuvan. Jatkossa käy katsomassa purkkien sisältöä päivittäin tai joka toinen päivä. Kirjoita tällöin aina tutkimuspäiväkirjaasi, mitä purkissa milloinkin on tapahtunut.

Raportointiohjeet:

Kerro raportissasi

- mitä esineitä tutkit
- havainnoistasi: Missä esineessä muutokset näkyivät nopeiten?
Missä liuoksessa muutokset näkyivät nopeiten? Millaisia muutokset olivat?
Missä liuoksessa reaktiot olivat hitaimpia? Mikä esine reagoi vähiten?

Olivatko muutokset ennusteesi mukaisia?

- johtopäätöksiä tutkimuksesi pohjalta: Minkälaisissa paikoissa esineet ruostuvat? Minkälaisista materiaaleista tehdyt esineet ruostuvat helposti?
- Löydätkö kotoasi (esim. pihalta) jonkin ruostuneen esineen? Yritä selvittää esimerkiksi vanhempiesi avustuksella, mistä aineesta se on tehty.
- Mieti miten löytämäsi esine olisi voitu suojata ruosteelta. Voit myös etsiä asiasta tietoa vaikkapa kirjoista tai internetistä.

Halutessasi voit laajentaa tutkimuksiasi tutkimalla lisää erilaisia metalliesineitä. Voit myös tehdä jatkotutkimuksia ja selvittää, onko ruostumisnopeudessa eroja, jos tutkimusaineet ovat kannella suljetussa purkissa.

MITKÄ ESINEET JOHTAVAT LÄMPÖÄ?

Erilaisia esineitä tehdään erilaisista materiaaleista. Rautainen hattu voisi olla liian painava päässä pidettäväksi eikä pumpulista tehty soutuvene kelluisi kovin kauaa veden pinnalla. Aineilla on siis erilaisia ominaisuuksia, jotka vaikuttavat materiaalivalintoihin esineitä valmistettaessa. Tässä työssä tutkit yhtä niistä - lämmönjohtavuutta.

Tarvittavat aineet ja välineet:

- erilaisista materiaaleista tehtyjä esineitä, jotka voit asettaa juomalasiin (esimerkiksi metallinen lusikka, rautalankaa, uudenvuoden tinaa, puutikku, muovipilli, piirustushiilisauva, lasisauva jne.)
- juomalasi
- jääpaloja
- suolaa

Työohje:



Pidä ennen koetta esineitä ainakin tunnin verran huoneen lämmössä samassa paikassa, jotta kaikilla olisi sama lämpötila.

Täytä juomalasi jääpaloilla ja lisää jääpalojen sekaan kaksi ruokalusikallista suolaa. Suola saa jääpalat sulamaan ja laskee samalla niiden lämpötilaa. Aseta tutkittavat esineet jäiden sekaan juomalasiin. Tunnustele esineitä noin viiden minuutin välein. Älä nosta niitä pois lasista!

Mikä esineistä muuttuu kylmäksi ensimmäisenä? Entä seuraavina? Laita järjestys ylös.

Seuraa esineiden kylmenemistä 45 minuutin ajan. Onko sinulla vielä esineitä, joiden toinen pää ei tunnu kylmältä? Laita juomalasi esineineen vielä 10 minuutiksi jääkaappiin. Mitkä esineet ovat kylmenneet jääkaapissa? Onko lasissa esineitä, jotka eivät vieläkaan tunnu kylmiltä?

Minkälaisesta materiaalista tehdyt esineet muuttivat lämpötilansa nopeiten? Tällaisia aineita kutsutaan lämpöä hyvin johtaviksi aineiksi. Mitä hyötyä tai haittaa tällaisesta ominaisuudesta aineella on? Minkälaisia esineitä kannattaisi tehdä hyvin lämpöä johtavista aineista? Entä huonosti johtavista?

KUUKAUDEN RAPORTTITYÖ: MITÄ JOS ÖLJYÄ PÄÄSEE MEREEN?

Öljyt ovat meille tarpeellisia, mutta niitä joudutaan tuomaan kaukaa. Öljyä kuljetetaan usein meriteitse isoilla tankkereilla, joille joskus tapahtuu onnettomuuksia. Tässä tutkimuksessa pääset tarkkailemaan, mitä öljyonnettomuudessa oikein tapahtuu ja kuinka öljy sitten saadaan pois merestä.

Tee tämä työ mielellään kylpyhuoneessa, jossa jäljet on helppo siivota! Jos teet työn jossain muualla, suojaa pöytä huolellisesti ennen työn aloittamista.

Tarvittavat aineet ja välineet:

Meren rakentamiseen:

- pesuvati
- vettä
- isohko kivi
- höyhen

Muut tarvikkeet:

- alumiinifoliota
- ruokaöljyä (+lääkehiiltä öljyn värjäykseen)
- mehupillejä
- lusikka
- turvetta (tai multaa)
- taululiitua
- tiskiainetta

Muista myös muistiinpanovälineet!

Työohje:

Rakenna pienoismalli merestä laskemalla pesuvatiin vettä. Aseta mereen kivi saareksi. Veden pinnalle laita höyhen kuvaamaan uivaa vesilintua.

Värjää halutessasi ruokaöljy mustaksi murskaamalla sen sekaan lääkehiiltä. Taittele foliosta öljyn kuljetusta varten tankkeri. Kaada öljy tekemääsi tankkeriin.

Laita tankkeri mereen.

Tankkerille tapahtuu onnettomuus ja öljy pääsee mereen. Miten öljy käyttäytyy mereen joutuessaan? Tee havaintoja. Kuinka käy linnulle kun se ui öljyyn? Voiko se nousta vielä lentoon ja poistua onnettomuuspaikalta?

Mereen päässyt öljy täytyy poistaa. Öljyn poistamiseen on monia keinoja. Tehtäväsi on nyt selvittää miten erilaiset öljynpoistamis- eli öljyntorjuntakeinot toimivat. Tee jokaisesta keinosta muistiinpanoja: Mitä tapahtui? Mikä kussakin tavassa on hyvää ja mikä huonoa? Kuvittele tilanne oikealle merialueelle.

Niin sanotut mekaaniset keinot:

- Laita mehupillejä kellumaan. Ne esittävät öljypuomeja, joilla voit yrittää saartaa öljyn.
- Yritä poistaa öljy lusikalla.
- Helpota mekaanista torjuntaa turpeella. Laita turvetta öljyn päälle, jotta öljy imeytyisi siihen. Yritä sitten poistaa se merestä.

Kalkkitorjunta:

Murskaa taululiitua pieniksi murusiksi ja yritä upottaa öljy tällä kalkkimurskalla.

Kemiallinen torjunta:

Tiputa öljyn viereen pari tippaa tiskiainetta. Tiskiaine hajottaa öljyn pieniksi pisaroiksi, jotka sekoittuvat veteen. (Todellisuudessa kemiallista torjuntaa ei tehdä tiskiaineella, vaan tietyn tyyppisillä kemikaaleilla.)

Raportointiohjeet:

Teit havainnoistasi muistiinpanoja samalla kun teit tutkimusta. Niiden avulla sinun on helppo vastata raportissasi seuraaviin kysymyksiin:

1. Miten öljy käyttäytyy mereen joutuessaan?
2. Kuinka käy linnulle kun se ui öljyyn? Voiko se nousta vielä lentoon ja poistua onnettomuuspaikalta?
3. Miksi mereen päässyt öljy on poistettava? Keksitkö useita syitä?

Liitä raporttiisi tekemäsi havainnot erilaisista öljyntorjuntakeinoista. Mitä tapahtui kun kokeilit eri keinoja? Mikä kussakin keinossa on hyvää ja mikä huonoa, kun sitä käytetään oikealla merialueella?

Selvitä vielä esimerkiksi kirjoista tai Internetistä, miten Suomessa on varauduttu öljyonnettomuuksiin. Mainitse raportissasi myös, mistä tiedot löysit. Voit etsiä tietoa, mistä haluat, mutta apunasi voit käyttää esimerkiksi valtion ympäristöhallinnon verkkopalvelua: www.ymparisto.fi tai Ksenonit-sivuston työohjeessa olevia linkkejä.

Miten öljyonnettomuuksia mielestäsi voitaisiin ehkäistä?

TUTKI KOTISI ÖLJYJÄ

Minkälaisia öljyjä löydät kotoasi? Tutki niiden tuoteselosteita: minkälaisista aineista ne koostuvat? Missä ne on valmistettu? Mihin tarkoitukseen näitä öljyjä käytetään? Pyydä vanhemmiltasi apua öljyjen etsimisessä.

KUUKAUDEN RAPORTTITYÖ: PULLON HENKI

Kaasua voidaan saada aikaan kemiallisella reaktiolla aineista, jotka eivät itse ole kaasumaisessa olomuodossa. Tässä työssä syntyvä kaasu on nimeltään hiilidioksidi.

Tarvittavat aineet ja välineet:

- etikkaa
- ruokasoodaa
- lasipullo
- desimitta
- pieni suppilo
- ilmapalloja
- vettä
- narunpätkiä
- muistiinpanovälineet

Muistathan olla huolellinen aineita käsitellessäsi. Kertaa tarvittaessa työturvallisuusohjeet Ksenonit-sivuilta!

Työohje:

Harjoittele ensin ilmapallon laittamista pullon suulle. Laita ilmapallon sisälle ensin suppilon avulla hieman suolaa tai sokeria ja harjoittele laittamaan ilmapalloa pullon suulle niin, että ilmapallon sisältöä ei tipu pulloon. Ilmapalloja kannattaa ensin vähän venytellä sormin.

Mittaa 20 ml (millilitraa) etikkaa ja kaada se suppilon avulla pulloon. Laita nyt suppilon avulla teelusikallinen ruokasoodaa ilmapallon sisään ja asettele se harjoittelemaasi tavalla pullon suulle. Nosta sitten ilmapallo pystyyn siten, että sooda putoaa pulloon. Pidä varmuuden vuoksi kiinni ilmapallosta pullon suulla. Mitä tapahtuu? Sido ilmapallo tiukasti kiinni narunpätkällä ja irrota se pullosta.

Valmista nyt etikasta laimeampi seos laittamalla desimitaan 20 ml etikkaa ja lisäämällä vettä 60 millilitran merkkiin asti. Sekoita liuosta lusikalla. Toista koe käyttämällä 20 ml tätä laimennettua etikkaa alkuperäisen etikan sijasta. Mitä tapahtuu? Vertaile palloja. Miten etikan laimentaminen vaikuttaa kaasun syntymiseen?



Tutki nyt pallojen liikettä ilmassa. Voitko päätellä, onko hiilidioksidi ilmaa kevyempi vai raskaampi kaasu? Tiedätkö muita kaasuja, jotka olisivat ilmaa raskaampia tai kevyempiä?

Jatka tutkimustasi tutkimalla, miten ilmapallon saisi kasvamaan vielä isommaksi.
Keksitkö useita tapoja?

Löydätkö kotoasi muita aineita, jotka reagoivat samoin soodan kanssa? Onko niillä jotain yhteistä?

Raportointiohjeet:

- Vastaa raportissasi kaikkiin tämän työn ohjeessa esitettyihin kysymyksiin muistiinpanojesi avulla. (Kysymykset on alleviivattu.)
- Selvitä raportissasi myös, miten tutkit ilmapallon isommaksi kasvattamista ja minkälaisia tuloksia sait.
- Muista kertoa myös muista aineista, jotka reagoivat soodan kanssa samoin!

PALELEEKO ILMA?

Myös ilma on kaasu. Se koostuu monista erilaisista aineista, muun muassa useasta kaasumaisesta muodossa olevasta alkuaineesta. Seuraavassa kokeessa huomaat, miten kaasut käyttäytyvät kylmässä ja kuumassa.

Tarvittavat aineet ja välineet:

- lasipullo
- ilmapallo
- vesihana
- iso muoviasiasta, esim. taikinakulho

Työohje:

Jäähdytä pullo kylmäksi jääkylmässä hanavedessä. Kiinnitä ilmapallo pullon suulle samalla tavalla kuin edellisessä työssä. Laske nyt taikinakulhoon niin kuumaa vettä kuin hanasta saat. Ole varovainen, ettet polta käsiäsi! Aseta pullo kuumaan veteen ja tarkkaile ilmapalloa. Mitä tapahtuu? Voit vielä jäähdyttää pullon kuten alussa ja katsoa mitä pallolle tapahtuu.

Pystytkö päättämään tämän työn avulla, mitä kaasuille tapahtuu, kun ne lämpenevät ja jäähtyvät?

