

Kehittämistutkimus: Videopohjainen nanoteknologian opetusmateriaali kemian opetukseen

Kati Kolehmainen

Pro gradu -tutkielma

Kemien opettajankoulutusyksikkö

Kemian laitos

Helsingin yliopisto

23.5.2012

Ohjaajat: Maija Aksela

Johannes Perna

Tiedekunta		Laitos
Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta		Kemian laitos
Tekijä		
Kati Kolehmainen		
Työn nimi		
Kehittämistutkimus: Videopohjainen nanoteknologian opetusmateriaali kemian opetukseen		
Oppiaine		
Kemia (Kemian opetus)		
Työn laji	Aika	Sivumäärä
Pro gradu -tutkielma	05/2012	57 + 10
Tiivistelmä		
<p>Nanotiede ja nanoteknologia ovat nopeasti kehittyviä aloja, joita ei ole vielä huomioitu nykyisissä opetus suunnitelmissa. Nanotiede on ala, joka tutkii 1 - 100 nanometrin kokoisia rakenteita ja pyrkii muokkaamaan molekyylejä atomitasolla. Nanoteknologia hyödyntää nanotieteen keksintöjä ja tekniikoita, jonka avulla valmistetaan nanometrien kokoisia rakenteita. Nanotiede on poikkitieteellinen ala, joka pitää sisällään muun muassa kemian, fysiikan ja biologian. Nanotieteen ja nanoteknologian opetus olisi tärkeää integroida osaksi näitä oppiaineita.</p> <p>Opiskelijoiden kiinnostusta nanoteknologian opintoja kohtaan on tutkittu vähän. Aikaisemman tutkimuskirjallisuuden pohjalta on havaittu opiskelijoiden olevan kiinnostuneita nanoteknologian visualisoinneista ja arkielämän sovelluksista. Ajankohtaista suomenkielistä materiaalia on vähän saatavilla.</p> <p>Opetusmateriaali toteutettiin videoiden muodossa. Visuaalinen materiaali voidaan liittää videoihin ja niiden avulla on helppo tuoda esille erilaisia kemian sovelluksia sekä arkielämän konteksteja. Aikaisemman tutkimuksessa on todettu, että opiskelijat pitävät videoiden käytöstä kurssien yhteydessä kun niiden käytöllä on selkeä opetuksellinen päämäärä.</p> <p>Tutkimuksen tavoitteena oli kehittää nanoteknologiasta mielekäs opetusmateriaali, joka on integroitavissa kemian opetukseen. Opetusmateriaalin tavoitteena on myös kehittää luonnontieteellistä lukutaitoa, ja tuoda esille kemian sekä teknologian merkitystä jokapäiväisessä elämässä, jotka ovat perusopetuksen kemian opetuksen keskeisiä tehtäviä.</p> <p>Tutkimus raportoidaan kolmessa osassa, ja se jakautuu teoreettiseen ongelma-analyysiin, kehittämisprosessiin ja kehittämistuotokseen. Tutkimuksen ensimmäinen vaihe oli teoreettinen ongelma-analyysi, josta saatiin esille kehittämistutkimuksen tavoitteet. Siinä tutustuttiin nanotieteen ja nanoteknologian tutkimukseen ja niiden opetuksen tutkimukseen. Toinen vaihe oli kehittämisprosessi, jossa kuvattiin prosessin eteneminen ja siinä tehdyt kehittämisspätökset. Tutkimuksen kolmas vaihe oli kehittämistuotos, jossa kuvattiin kehittämisprosessissa suunniteltu materiaali. Opetusmateriaali julkaistiin verkko-osoitteessa http://nanoteknologia.blogspot.com, ja se arvioitiin laadullisen tapaustutkimuksen avulla. Tutkimuksen kohteena olivat 16-19-vuotiaat opiskelijat. Opetusmateriaali testattiin kemian kurssin yhteydessä ja neljä opiskelijoista haastateltiin. Tutkimushaastatteluihin kerättiin tietoa kehitetyn materiaalin kiinnostavuudesta, ja siitä miksi opetusmateriaali kiinnosti opiskelijoita.</p> <p>Kolmannessa vaiheessa suoritettu opetusmateriaalin arviointi osoitti, että opetusmateriaalin videoissa opiskelijoita kiinnostavat visualisoinnit, joiden avulla hahmotetaan makrotasolla nanoteknologian kokoluokkaa. Opiskelijoiden mielestä ne auttoivat hahmottamaan kokoluokkaa. Heitä kiinnosti myös nanoteknologiaan rakennevisualisoinnit, kuten fullereenin, nanoputken ja grafiitin molekyylimallit, sillä niiden avulla he hahmottivat aineiden rakennetta. Opiskelijoista kiinnostavia olivat myös arkielämään liittyvät visualisoinnit, sillä nanotuotteita oli opiskelijoilla jo käytössä.</p>		
Avainsanat		
kehittämistutkimus, kemian opetus, kemian visualisoinnit, kiinnostus, nanoteknologia,		
Säilytyspaikka		
Kemian laitos, Kumpulán tiedekirjasto		
Muita tietoja		
Tarkastajat: Maija Aksela ja Johannes Pernaa		

Sisällys

1 Johdanto.....	1
2 Kehittämistutkimus	3
2.1 Tutkimuskysymykset.....	5
3 Teoreettinen ongelma-analyysi	6
3.1 Nanoteknologia	6
3.1.1 Nanoturvallisuus.....	8
3.1.2 Aurinkokennot nanoteknologiassa	10
3.2 Nanoteknologia opetuksessa	13
3.2.1 Luonnontieteellinen lukutaito.....	16
3.2.2 Arkielämän konteksti nanoteknologian opetuksessa	19
3.2.3 Mallit ja visualisointi nanoteknologian opetuksessa	20
3.3 Videot oppimisen ja opetuksen tukena	21
3.4 Yhteenveto	25
4 Kehittämisprosessi.....	26
4.1 Nanoteknologian opetusvideoiden suunnittelu	27
4.2 Nanoteknologian opetusvideoiden tekeminen	27
4.3 Nanoteknologian opetusvideoiden kuvaaminen.....	29
4.4 Nanoteknologian opetusvideoiden julkaiseminen.....	30
5 Kehittämistuotos.....	31
5.1 Nanoteknologia-opetusvideo.....	31
5.2 Nanoteknologian sovellukset -opetusvideo	34
5.3 Nanoturvallisuus-opetusvideo	35
5.4 Tapaustutkimus: Kehittämistuotoksen arviointi.....	37
5.4.1 Tutkimushaastattelu	37
5.4.2 Teorialähtöinen sisällönanalyysi	39
5.4.3 Tulokset.....	40
5.4.4 Tulosten luotettavuus	43
6 Jatkokehittäminen: Nanoteknologian opetusvideoita tukevat oppimistehtävät	44
7 Johtopäätökset ja pohdinta.....	46
7.1 Kiinnostava nanoteknologian opetusmateriaali	46
7.2 Kiinnostus nanoteknologian visualisointeja kohtaan	47
7.3 Tutkimuksen merkitys	49

Lähteet

Liitteet

Liite 1. Videoiden käsikirjoitus

Liite 2. Haastattelurunko

Liite 3. Analyysirunko

Liite 4. Nanoteknologian opetusvideoita tukevat oppimistehtävät

1 Johdanto

Nanotiede on yksi voimakkaimmin kasvavista tieteenaloista (Raivio et al. 2010). Tulevaisuudessa tullaan tarvitsemaan entistä enemmän nanotieteiden asiantuntijoita ja samalla työpaikkojen määrä alalla tulee kasvamaan. Nanotieteen ja nanoteknologian opetus on integroitavissa osaksi luonnontieteiden opetusta sen poikkitieteellisyyden vuoksi. Tällä hetkellä on saatavilla vain vähän ajanmukaisia opetusmateriaaleja nanoteknologian opetukseen. (Laherto, 2010)

Nykyisestä peruskoulun opetussuunnitelman perusteista löytyy keskeisiä sisältöjä, joihin nanotieteen ja -tekniikan opetus olisi integroitavissa. Yläluokkien 7-9. opetussuunnitelman tavoitteissa mainitaan että, opetuksen tulee auttaa ymmärtämään kemian ja teknologian merkitystä jokapäiväisessä elämässä sekä opetuksen tulee antaa valmiuksia tehdä valintoja ja keskustella muun muassa energiantuotantoon liittyvistä asioista. (POPS, 2004)

Työn tavoitteena oli kehittää kemian opetusta tukeva ja oppilaita kiinnostava nanoteknologian opetusmateriaali, joka olisi integroitavissa aihealueiden puolesta kemian yläkoulun opetukseen. Tämän tyyppisen opetuksen tutkimuksen tutkimusmuodoksi soveltuu kehittämistutkimus, joka toteutetaan tässä tutkimuksessa kolmessa osassa: teoreettinen ongelma-analyysi, kehittämisprosessi ja kehittämistuotos. (Edelson, 2002) Kehittämistutkimukseen tutkimusmenetelmänä tutustutaan tarkemmin luvussa 2. Luvussa 3 tutustutaan aikaisempaan tutkimukseen nanoteknologian opetuksesta ja videoiden käytöstä opetuksessa, jotka muodostavat teoreettisen ongelma-analyysin.

Tutkimusaihe on tärkeä, koska aikaisemman tutkimuksen mukaan oppilaiden ennakkotiedot nanotieteestä ja nanoteknologiasta ovat vähäiset (Walters & Bullen, 2008; O'Connor & Hayden, 2008). Nanoteknologian integroiminen osaksi kemian opetusta koetaan tarpeellisenä luonnontieteellisen lukutaidon kehittymisen kannalta (Laherto, 2010). Nanoteknologian opetuksen aikaisemmassa tutkimuksessa on todettu opiskelijoita kiinnostavan arkipäivän esimerkit ja visualisoinnit (O'Connor & Hayden, 2008).

Kemian opetuksessa videoiden avulla voidaan tuoda esille arkielämän esimerkkejä ja luoda yhteyksiä kemian opintojen ja yhteiskunnan välille. Videoiden avulla voidaan esittää myös erilaisia visuaalisia materiaaleja, esimerkiksi kuvia. Kemian ilmiöitä kuvataan eritasoilla, jotka voidaan jakaa kolmeen kategoriaan: makrotaso, symbolinen taso ja submikroskooppinen taso (Jonhstone, 1993). Videoissa kemian visuaalisia materiaaleja voidaan esittää kaikilla kolmella tasolla. (Habreken, 2003)

Teoreettisen ongelma-analyysin pohjalta luotiin tavoitteet kehittämisprosessille. Tavoitteiden avulla suunniteltiin oppilaita kiinnostava ja kemian opetusta tukeva nanoteknologian opetusmateriaali. Kehittämisprosessi tavoitteineen kuvataan luvussa 4. Kehittämisprosessi kuvataan tarkasti. Siinä raportoidaan muun muassa tutkimuksen aikana tehdyt kehittämisspätökset.

Luvussa 5 esitellään kehittämistuotos ja sen arviointi. Kehittämistuotos arvioitiin laadullisella tapaustutkimuksella, jossa aineisto kerättiin tutkimushaastattelun avulla. Kehittämistuotoksen arvioinnissa oltiin kiinnostuneita kehitetyn materiaalin visualisointien kiinnostavuudesta, sekä siitä miksi kyseessä olevat visualisoinnit kiinnostavat 16-19-vuotiaita opiskelijoita. Tutkimustuloksien pohjalta suunniteltiin oppimistehtävät nanoteknologian opetusmateriaalille, jotka kuvataan luvussa 6. Oppimistehtävien tavoitteena on tukea oppilaiden kiinnostusta kemian opintoja kohtaan. Johtopäätökset ja pohdinta esitetään luvussa 7, jossa pohditaan myös tuloksien luotettavuutta ja tutkimuksen merkitystä kemian opetukselle.

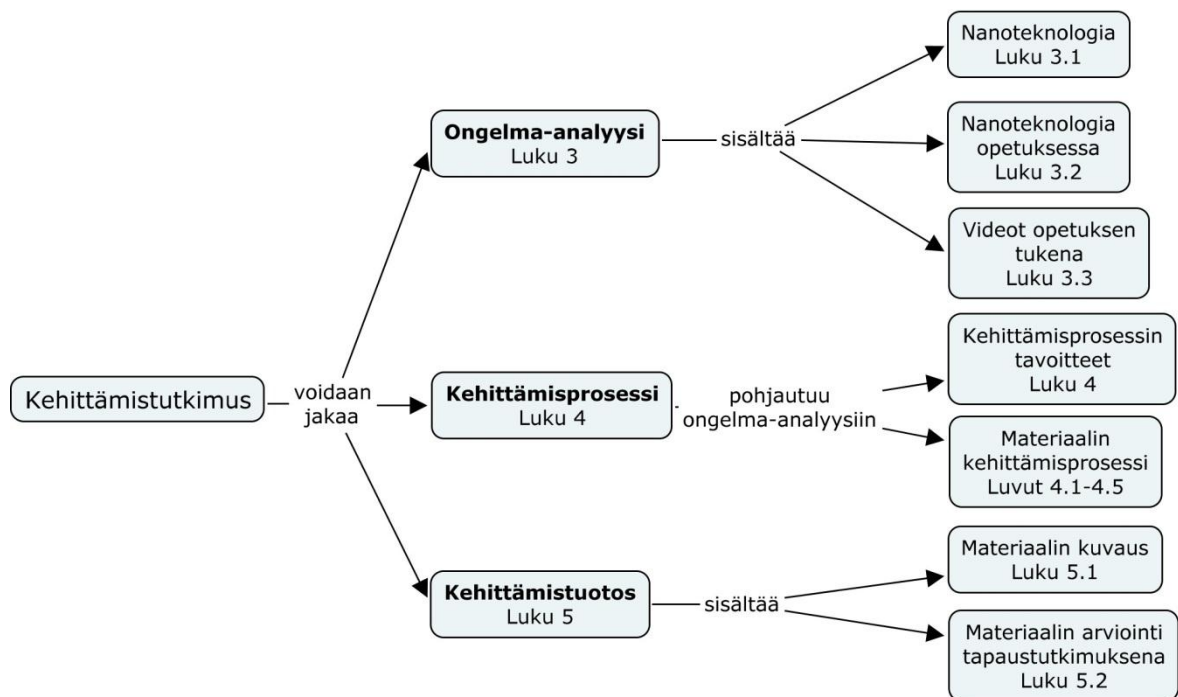
2 Kehittämistutkimus

Kehittämistutkimus (engl. *Design Research* (Edelson, 2002)) on tutkimusmenetelmänä uusi opetuksen tutkimuksessa. Se tuotiin esille ensimmäisen kerran vuonna 1992. Ann Brownin ja Alan Collinsin tavoitteena oli kehittää tutkimusmenetelmä, jonka avulla voitaisiin kehittää tutkimusta ja uudistaa opetuksen kehittämistä. Yhtenä tavoitteista oli saada opetuksen tutkimuksen tulokset tukemaan enemmän aitoa luokkahuonetoimintaa. Myös opettajat olivat aikaisemmin kokeneet haasteelliseksi soveltaa opetuksen tutkimuksessa saatuja tuloksia omassa opetuksessa. (Collins et al. 2004)

Kehittämistutkimus on kehitetty vastaamaan opetuksen tutkimuksen haasteisiin ja käytännön ratkaisuihin. Siinä yhdistyvät tutkimuksen teoreettinen osuus ja opetusmateriaalien kehittämiseen tarvittava kokeellinen työskentely. Tutkimusmenetelmän tavoitteena on antaa opetuksen teoreettisille kysymyksille konteksti, jossa oppiminen tapahtuisi helpommin. Kontekstin myötä pyritään opittavia asioita tuomaan myös lähemmäksi jokapäiväistä elämää. (Collins et al. 2004)

Wang & Hannafin (2005) ovat määritelleet kehittämistutkimuksen tutkimustavaksi, jonka tavoitteena on kehittää opetuksen käytäntöjä analysoinnin, suunnittelun, kehityksen ja toteutuksen avulla. Kehittämistutkimuksessa tutkijat toimivat yhteistyössä erilaisten sidosryhmien kanssa ja käyttävät hyödyksi heidän asiantuntijuutta. Kehittämistutkimus ei ole vain tiedon keräämiseen painottuva menetelmä. Sen tavoitteena on myös ohjata ottamaan käyttöön uusia menetelmiä ja tekniikoita opetuskäytössä. (Collins et al. 2004)

Kehittämistutkimusta ei voida kuvailla yksiselitteisesti, mutta tutkimuksen pohjana voidaan käyttää erilaisia malleja. Edelson (2002) mallissa on nostettu esille kolme eri osaluetta. Kehittämistutkimuksen edetessä tutkija joutuu tekemään kehittämispäätöksiä. Tehdyt päätökset tulevat vaikuttamaan siihen, miten ja mihin suuntaan kehittäminen etenee, millaisia mahdollisuuksia kehittämisellä on ja millaiseen tuotokseen kehittäminen johtaa. Näihin kysymyksiin vastaaminen tuottaa kehittämiskuvauksen, joka jaetaan kolmeen eri kategoriaan: teoreettiseen ongelma-analyysiin, kehittämisprosessiin ja kehittämistuotokseen. Tässä tutkimuksessa kehittämiskuvaus raportoidaan Kuvan 1 mukaisesti. (Edelson, 2002)



Kuva 1. Tutkimuksen kehittämiskuvaus.

1) Teoreettinen ongelma-analyysi

Ongelma-analyysin avulla selvitetään kehittämistutkimuksen tarpeet ja haasteet sekä määritellään tutkimuksen tavoitteet. Ongelma-analyysi voi olla teoreettinen tai empiirinen ja sisältää esimerkiksi tarveanalyysin. Tässä tutkimuksessa ongelma-analyysi on teoreettinen, ja se tehdään tutustumalla aikaisempaan tutkimukseen nanoteknologiasta sekä nanoteknologian opetuksesta. (Edelson, 2002)

2) Kehittämisprosessi

Kehittämisprosessissa määritellään tutkimuksessa tarvittavat henkilöt, menetelmät ja materiaalit, jotta saavutetaan ongelma-analyysissä määritetyt tavoitteet sekä luonnehditaan, kuinka tutkimustulokset arvioidaan ja jatkojalostetaan. Kehittämisprosessi pyritään kuvaamaan tarkasti, jolloin tutkimuksen luotettavuus ja toistettavuus eivät kärsi. (Edelson, 2002)

3) Kehittämistuotos

Kehittämistuotos on tutkijan ratkaisu ongelma-analyysin tarpeisiin ja tavoitteisiin. Kehittämistuotos kehittyy tutkimuksen edetessä tutkijan tekemien kehittämispäätöksiensä mukana. Kehittämistuotos arvioidaan valitulla tutkimusmenetelmällä. Tuloksien avulla arvioidaan, onko päästy tutkimukselle asetettuihin tavoitteisiin. (Edelson, 2002)

Kehittämistutkimuksen ja kehittämispäätöksiensä yksityiskohtainen luonnehdinta sekä perustelemine on tärkeää tutkimuksen luotettavuuden kannalta. Kehittämistutkimuksen kuvaamiseen suositellaan käytettäväksi kehittämiskuvausta (engl. *design narrative*), jossa kuvataan kokonaisvaltaisesti koko kehittämisprosessi. Kehittämiskuvaus sisältää muun muassa kehittämistavoitteet, kehittämisolosuhteet, kehittämispäätökset sekä arvioinnin. Tutkimuksen toistettavuuden kannalta tarkka kuvailu on erittäin tärkeää. (Edelson, 2002)

Kehittämistutkimuksen luotettavuus kriteereitä ovat muun muassa a) tutkimuksessa kehittämisen tulee olla kokonaisvaltaista ja syklittäistä, jolloin kehittämistulos vastaa käytettyjä teorioita ja malleja, b) tutkimus johtaa teorioihin ja malleihin, jotka ovat siirrettävissä opettajille, c) kehittämisen syklit sisältävät testaamista ja arviointia ja d) kehittämiskuvaus raportoidaan tarkasti. (Design-Based Research Collective, 2003)

2.1 Tutkimuskysymykset

Tutkimuksen tavoitteena oli kehittää oppilaita kiinnostava ja kemian opetukseen integroitava nanoteknologian opetusmateriaali. Tutkimuskysymykset on jaettu kehittämistutkimuksen kolmen kategorian mukaisesti. Ensimmäiseen tutkimuskysymykseen etsitään ratkaisu teoreettisen ongelma-analyysin avulla. Kehittämisprosessi ja kehittämistuotos vastaavat toiseen tutkimuskysymykseen. Kolmanteen tutkimuskysymykseen saadaan vastaus kehittämistuotoksen arvioinnin tuloksista.

- 1) Millainen on yläkoulun oppilaita kiinnostava nanoteknologian visuaalinen opetusmateriaali?
- 2) Millaiset nanoteknologian visualisoinnit kiinnostavat 16-19-vuotiaita opiskelijoita?
- 3) Miksi nanoteknologian visualisoinnit kiinnostavat 16-19-vuotiaita opiskelijoita?

3 Teorettinen ongelma-analyysi

Teoreettisessa ongelma-analyysissä tutustutaan aihealueisiin, kuten nanotiede ja nanoteknologia (ks. luku 3.1), nanoteknologian opetuksen tutkimukseen (ks. luku 3.2) ja videoiden käyttämiseen opetuksessa (ks. luku 3.3). Teoreettisen ongelma-analyysin avulla selvitettiin, millaisia tarpeita kehittämistutkimuksella on, ja muodostettiin tutkimuksen tavoitteet. (Edelson, 2002)

3.1 Nanoteknologia

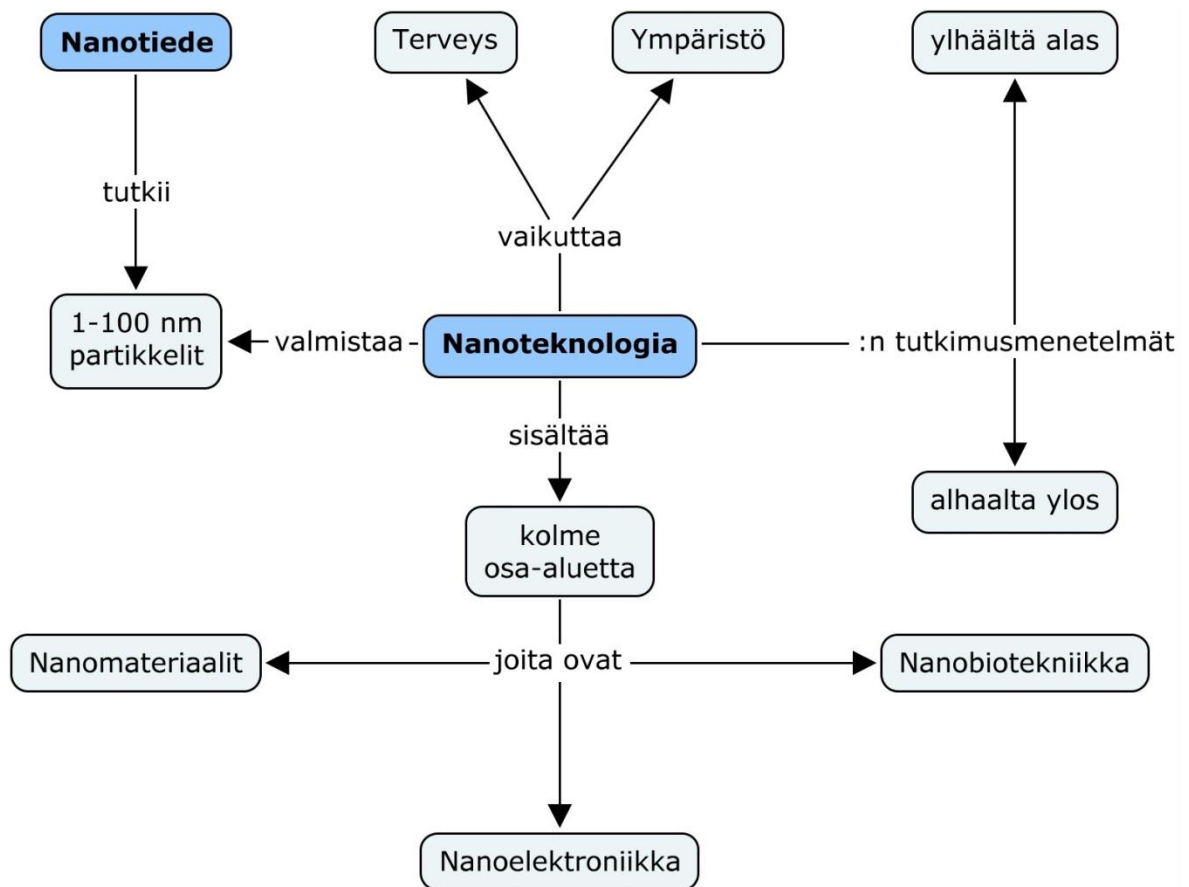
Nanotiede on tieteen ala, joka tutkii nanopartikkeleita, joiden koko vaihtelee 1 – 100 nanometrin välillä. Ihmisten hiusten paksuus on noin 60 – 120 mikrometriä eli 60 000 – 120 000 nanometriä. Nanometrin kokoluokkaa hahmotetaan helpommin, kun sitä verrataan tuttuun kokoluokkaa. (Ernst, 2009) Nanoteknologia on tekniikka, joka valmistaa nanometrin kokoisia rakenteita, esimerkiksi nanoputkia, joiden halkaisija on muutaman nanoterin ja yksittäisen atomin halkaisija on alle yhden nanometrin (Tretter, 2006)

Nanopartikkeleista kiinnostavan tekevät niiden erilaiset ominaisuudet nanokokoluokassa. Materiaalien fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet eroavat, kuten lämmön- ja sähkönjohtokyky, elektronirakenne, reaktiivisuus, sulamislämpö ja kestävyys. Nanopartikkelit omaavat suuremman pinta-alan, jonka kautta ne voivat reagoida muiden partikkeleiden kanssa. (Poole Jr & Owens, 2003; Feather & Anzar, 2011)

Nanotiede ja nanoteknologia eivät ole uusia tieteenaloja, sillä nanomateriaaleja löytyy luonnosta ja historiasta. Lotuksen lehdissä on vettähylkivät pinnat, joiden rakennetta tutkijat ovat pyrkineet mukailemaan ja kehittämään samankaltaisia pinnoitteita. (Feather & Anzar, 2011) Nanometalleja ovat roomalaiset käyttäneet aikanaan hyödyksi lasin valmistuksessa ja hopeapartikkeleita on käytetty hyödyksi valokuvauksessa. Kemiassa tutkitaan molekyyllitasolla tapahtuvia ilmiöitä, mutta nykyään ollaan kiinnostuneita atomitasolla tapahtuvista ilmiöistä. (Shew, 2008)

Nanotieteen tutkimuksessa voidaan hyödyntää, joko top-down eli ylhäältä alas tai bottom-up eli alhaalta ylös menetelmää. Top-down-menetelmässä materiaaleja pilkotaan pienemmiksi ja bottom-up-menetelmässä materiaaleja muokataan atomitasolla. (Sobolev & Gutiérrez, 2005)

Nanoteknologia näkyy jo ihmisten arjessa erilaisten tuotteiden kautta. Nanoteknologiaa hyödynnetään elektroniikassa, materiaaliteollisuudessa ja lääketieteissä. Nanonuppu on esimerkiksi suomalainen keksintö, jota hyödynnetään elektroniikka- ja energiateollisuudessa. Kuvaan 2 on kerätty nanoteknologian tärkeimpiä käsitteitä. Nanoturvallisuus on yksi tärkeistä alueista, jota kehitetään. (Raivio et al. 2010)



Kuva 2. Käsitekartta nanoteknologiasta.

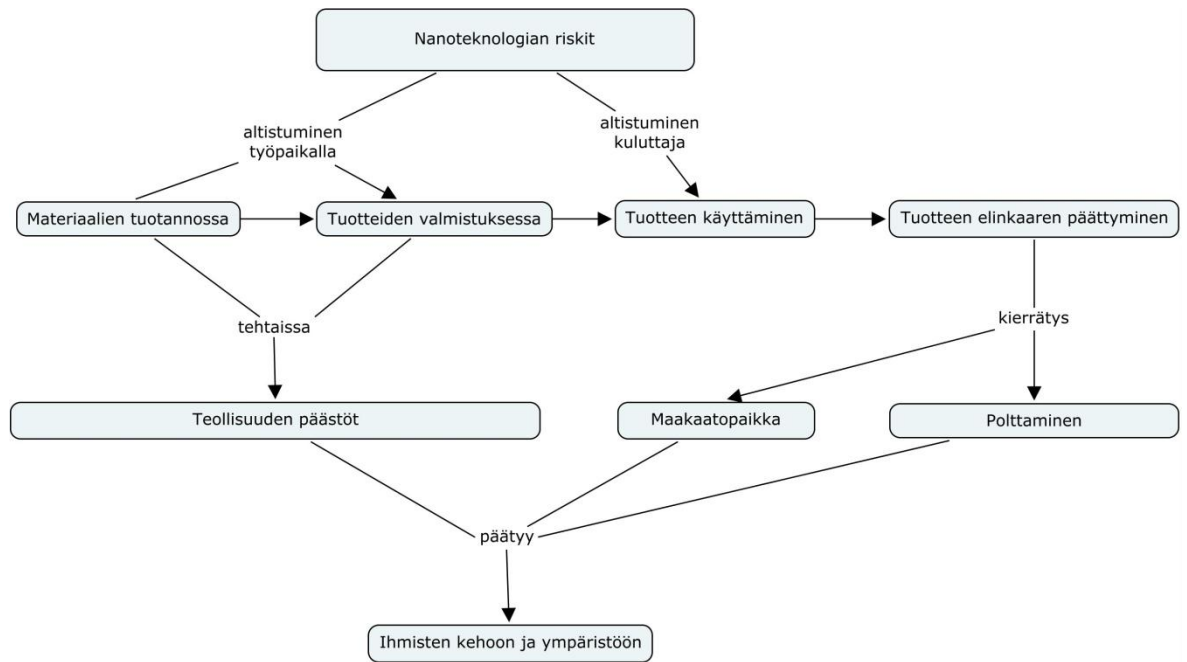
3.1.1 Nanoturvallisuus

Nanoteknologian avulla on mahdollista kehittää ratkaisuja ympäristöongelmiin. Nanohiukkasten vaikutuksista ympäristöön tiedetään hyvin vähän. Energiantuotannossa hyödynnetään nanorakenteita elektrodimateriaaleissa kuten litium-ioni paristoissa sekä nanohuokoisia pii- ja titaniumoksidimateriaaleja aurinkokennoissa. Tuotteet vahvistavat kestävä kehitystä sekä ovat ympäristöystävällisiä. Nanotuotteissa käytettäviä materiaaleja on kuitenkin tutkittava hyvin tarkasti ja tulisi selvittää, millaisia haittoja ne voivat aiheuttaa ympäristölle ja ihmiselle. (Rickerby & Morrison, 2007)

Tutkimuksissa on todettu, että nanomateriaaleja voi ilmestyä veteen, ilmaan, maaperään ja kasveihin. Tämän jälkeen kulku voi jatkua ihmisiin ja elämiin. Nanomateriaalit voivat päästä kehoon kolmea eri reittiä, hengityksen, ruuansulatuksen ja ihokontaktin kautta. Kemian kannalta toksisuuteen vaikuttavat muun muassa nanopartikkeleiden koko ja pinta-ala. Nanohiukkasten ja nanomateriaalien kemialliset- ja fysikaaliset ominaisuudet ovat erilaiset, joten niiden toksisuus voi myös muuttua. (Asmatulu et al. 2009)

Pienien nanopartikkeleiden on tutkittu olevan toksisempia sekä vaikeampia poistaa kehon sisältä sinne päästyään. Nanopartikkelien tehokkuus perustuu myös niiden pinta-alaan ja tämän vuoksi ne voivat reagoida kehon sisällä myös tehokkaammin ja vahingoittaa soluja. (Asmatulu et al. 2009)

Nanopartikkeleille on mahdollista altistua työpaikoilla, kuten materiaalien tuotannossa ja tuotteiden valmistuksessa. Partikkeleille altistuminen voi tapahtua myös tuotteita käyttämällä. Aurinkorasvoissa nanopartikkelit voivat läpäistä ihon, joten niiden vaikutuksia ihmisissä on tutkittava. Samoin itsestään puhdistuvien kankaiden valmistuksessa käytettävät nanopartikkelit pääsevät helposti kosketuksiin ihon kanssa. Tuotteiden elinkaaren päätyttyä on niiden kierrätyksestä huolehdittava, jotta haitalliset nanopartikkelit eivät pääse luontoon. Kuvassa 3 on esitetty nanopartikkeleiden mahdollisia kulkureittejä tuotteiden valmistuksesta niiden elinkaaren päättymiseen. (Asmatulu et al. 2009)



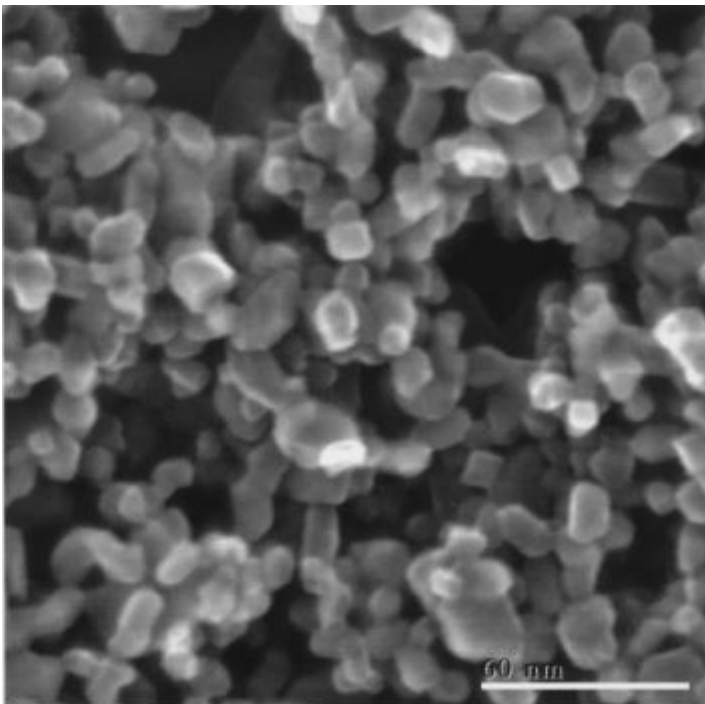
Kuva 3. Nanopartikkeleiden mahdolliset riskit ja leviäminen ympäristössä.

Riskejä altistumiselle tulisi vähentää. Nanoteknologian alalla työskentelevien henkilöiden on osattava arvioida altistumisriskejä sekä osattava toimia oikein vaarallisissa tilanteissa. Nanoteknologian alalla opiskelevien tulee perehtyä nanoteknologian riskeihin. Kuluttajat käyttävät myös nanoteknologian tuotteita, joten ennen myyntiin pääsyä on tuotteiden riskejä tutkittavat. (Rickerby & Morrison, 2007)

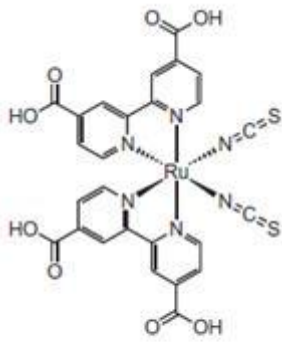
3.1.2 Aurinkokennot nanoteknologiassa

Aurinkokennojen toiminta perustuu valosähköiseen ilmiöön, jonka fyysikko Edmond Becquerel havaitsi vuonna 1839 (Shah et al. 1999). Aurinkokennojen toiminta käsitellään tässä luvussa tasolla, joka on tarpeellinen opetusvideoiden kannalta. Enemmän aiheesta voi lukea kandidaatin tutkielmasta (Kolehmainen, 2011). Ensimmäisen sukupolven aurinkokennoja valmistetaan kiteisestä piistä, joka on materiaalina kallis. Piitä ei esiinny maapallolla puhtaana alkuaineena ja sen puhdistaminen vaatii runsaasti energiaa. Toisen sukupolven aurinkokennot valmistetaan ohutkalvotekniikalla esimerkiksi amorfisesta piistä, jolloin käytetään ohuempia kerroksia materiaaleja. (Catchpole, 2006)

Kolmannen sukupolven aurinkokennoja ovat Grätzelin kennot eli väriaineherkistetyt aurinkokennot. Aurinkokennoissa materiaalina käytetään epäorgaanisia materiaaleja, kuten titaanioksidia, TiO_2 . Titaanioksidi on huokoinen materiaali (Kuva 4), joka kiinnitetään auringon valoa läpäisevälle ja sähköä johtavalle alustalle. Titaanioksidin pintaan kiinnitetään väriainemolekyylit, esimerkiksi N3 (Kuva 5). (Nazeeruddin et al. 2011)

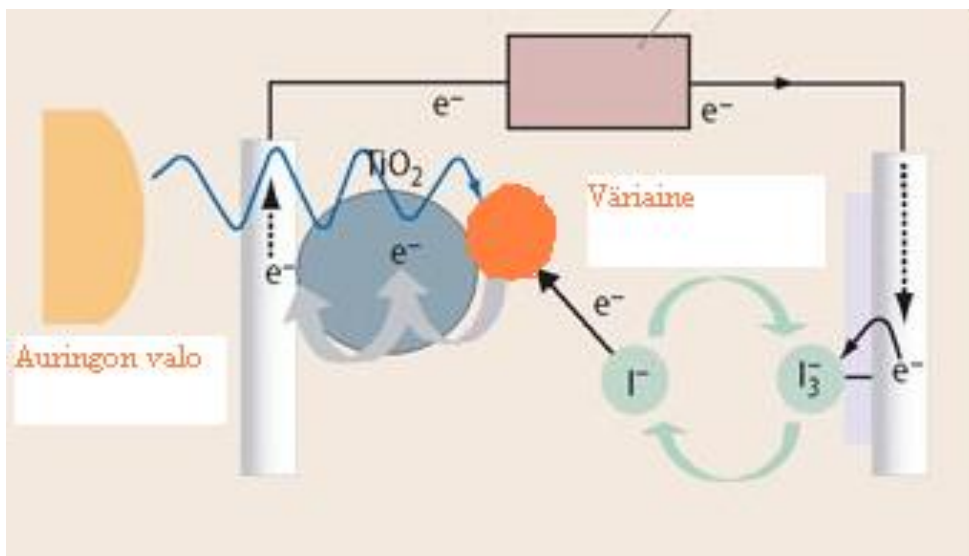


Kuva 4. Huokoinen titaanioksidin pinta kuvattuna tunnelointimikroskoopilla. (Nazeeruddin et al. 2011)



Kuva 5. N3 väriainemolekyylin rakenne.

Titaanioksidi ja väriaineet upotetaan elektrolyyttiliuokseen, joka muodostuu jodidi/trijodidi hapetus-pelkistys parista. Liuoksen toiselle puolelle asetetaan myös sähköä johtava levy, esimerkiksi alumiinilevy. (Nazeeruddin et al. 2011) Kuvassa 6 on esitetty väriaineherkistetyn kennon rakenne.



Kuva 6. Grätzelin kennon rakenne, joka on muokattu lähteestä (Mortimer & Worrall, 2007).

Aurinkokennoissa tapahtuu seuraavat reaktiot. Auringon valo saavuttaa aurinkokennon, jolloin energian myötä väriainemolekyylien S elektronit virittyvät (Reaktio 1). Virittynyt elektroni irtoaa molekyylistä S (Reaktio 2) ja titaanioksidin kautta elektroni kulkee anodille. Anodin kautta elektronit siirtyvät sähkövirtana katodille. Elektrolyyttiliuoksessa olevat jodiatomit saavat elektronit katodilta (Reaktio 3). Elektrolyyttiliuoksessa väriainemolekyylit saavat elektronit takaisin luovuttamiensa elektronien tilalle (Reaktio 4), joka täydentää virtapiirin. (Nazeeruddin et al. 2011)

Reaktioyhtälöt



Aurinkokennoja tutkitaan, jotta niiden valmistamiskustannuksia saataisiin alennettua ja voitaisiin parantaa hyötysuhdetta. Aurinkokennoissa haluttaisiin käyttää materiaaleja, joita olisi helposti saatavilla, ja jotka olisivat turvallisia ihmisille ja ympäristölle. Tällä hetkellä suurin osa aurinkokennoista valmistetaan piistä, jonka muokkaaminen aurinkokennolle sopivaksi vie paljon energiaa. Hyvän hyötysuhteen takia piistä valmistetaan suurin osa aurinkokennoista. Väriaineherkistettyjen aurinkokennojen massatuotanto on myös aloitettu. (Nazeeruddin et al. 2011)

3.2 Nanoteknologia opetuksessa

Nanoteknologia yhdistää useita eri tieteenaloja, esimerkiksi kemian, fysiikan, biologian ja lääketieteen. Nanotiede on poikkitieteellinen ala, joka tutkii atomitasolla tapahtuvia ilmiöitä. Kyseessä ei myöskään ole uusi tieteenala. Viimeisen kahden vuosikymmenen aikana on alettu kiinnittää enemmän huomiota atomitasolla tapahtuviin ilmiöihin, ja siihen kuinka molekyylien kemialliset ja fysikaaliset ominaisuudet muuttuvat. (Shew, 2008)

Tutkimuksen mukaan yleinen tieto nanoteknologiasta on vähäistä (Gardner et al. 2010). Amerikassa 80 %:a kansalaisista kokee etteivät he ole saaneet tarpeeksi tietoa nanoteknologiaan liittyen (Walters & Bullen, 2008). Tutkimuksissa on myös todettu, että oppilaiden ennakkotiedot nanoteknologiasta ovat vähäiset (esim. O'Connor & Hayden, 2008). Tähän ratkaisuksi ehdotetaan, että nanoteknologiaa käsittelevän tiedon rakentaminen tulisi aloittaa jo koulussa. Koulutuksen tulisi antaa yleissivistävää tietoa maailmasta ja valmiuksia tehdä jokapäiväisiä valintoja sekä auttaa ymmärtämään kemian ja teknologian merkitystä. (Laherto, 2011; POPS, 2004)

Nanotieteiden ja nanoteknologian opetuksen kannalta ongelmallista on, ettei sitä ole mainittu erikseen perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa eikä lukiokoulutuksen opetussuunnitelman perusteissa. Nanotieteiden ja nanoteknologian opetus on kuitenkin integroitavissa kemian opetukseen. (Blonder, 2011; Lindell et al. 2010; Lu, 2009)

Suomessa on tutkittu nanotieteiden ja nanoteknologian täydennyskoulutuksen käyneitä opettajia, jotka opettavat yläkoulussa ja lukiossa luonnontieteellisiä aineita. Tutkimuksen tavoitteena oli tutkia koulutuksen käyneiden opettajien mielipiteitä nanotieteiden ja nanoteknologian integroimisesta yläkoulun ja lukion opintoihin. Opettajat analysoivat myös nanokoulutuksen tarpeellisuutta ja miksi nanotieteiden ja nanoteknologian opetus tulisi integroida kouluasteille sekä mitkä ovat tärkeimpiä sisältöjä. (Laherto, 2011)

Suomessa nanoteknologiaa ja nanotiedettä ei opeteta yläkoulussa tai lukiossa. Suurin syy tähän puutteeseen on todennäköisesti aiheen mainitsemattomuus opetussuunnitelmissa eikä opettajilla ole resursseja tai koulutusta aihealueiden opettamiseen. Tutkimuksessa kuitenkin selvisi, että opettajien mielestä nanotieteitä tulisi opettaa. Perusteluiksi mainittiin, että kaikilla tulisi olla yleissivistävää tietoa liittyen nanotuotteisiin ja niiden

sovelluksiin. Nanosovellusten yhteiskunnallinen vaikutus nostettiin esille sekä nanotieteiden tulevaisuus. Lisäksi opetuksella on suuri merkitys tulevaisuuden opintojen ja työelämän kannalta. (Laherto, 2011)

Opettajat olivat myös sitä mieltä, että nanotieteen ja -teknologian opetus tulisi integroida kemian ja fysiikan opintoihin, mutta myös matematiikka ja biologia mainittiin. Tuotteiden ja sovellusten puolelta opettajat mainitsivat erityisesti lääketieteen, elektroniikan ja pinnoitteet. Yläkoulun puolella opetuksen tulisi keskittyä sovellusten puolella eikä niinkään kemian tietoon. Lukion puolella voidaan käydä läpi enemmän nanoteknologiaan ja nanotieteisiin liittyvää kemiallista tietoa. Nanoteknologian ja nanotieteen opetusmateriaaleja löytyy vierailta kielillä, esimerkiksi englanniksi. Visuaalisia ja kokoluokkaa hahmottavia materiaaleja on käytetty useissa tapauksissa hyödyksi. Opettajat kaipaavat myös kokeellisia töitä nanoteknologian opetukseen. (Laherto, 2011) Opettajien kouluttaminen nanotieteen ja nanoteknologian alalla on tärkeää sillä tulevaisuudessa nanomateriaaleja tulee olemaan enemmän käytössä (Blonder, 2011).

Stevens et al. (2007) ovat määritelleet nanotieteiden kannalta tärkeimmät käsitteet ja periaatteet ”The Big Ideas”. Ideat on jaettu yhdeksään kategoriaan. Niiden tavoitteena on auttaa opiskelijoita oppimaan aiheisiin liittyviä käsitteitä. Ideoiden tarkoituksena on myös tarjota malleja nanotieteen ja nanoteknologian alueiden käsittelemiseen.

- 1) Aineen rakenne
- 2) Nanopartikkeleiden kokoluokka
- 3) Voimat ja vuorovaikutukset
- 4) Kvantti-ilmiöt
- 5) Kokoluokan ominaisuudet
- 6) Itsejärjestyvyys (engl. *Self-Assembly*)
- 7) Välineet ja instrumentit
- 8) Mallit ja simulaatiot
- 9) Tiede, teknologia ja yhteiskunta

Laherron (2011) tuloksissa ilmenivät myös samat aihealueet, joita opettajat pitivät tärkeinä nanotieteen ja nanoteknologian opetuksessa

ROSE-tutkimuksessa on todettu tyttöjä kiinnostavan poikkitieteelliset alat ja ympäristöön liittyvät asiat. Poikia kiinnostaa enemmän teknologia. Nanotiede ja nanoteknologia ovat poikkitieteellisiä aloja, jotka tarjoavat kiinnostavan kontekstin kemian opiskeluun. (Lavonen et al. 2008)

Kiinnostuksen on todettu olevan merkittävä osa oppimista, mutta opettajat eivät osaa hyödyntää sen potentiaalista roolia opetuksessa. Opettajat ajattelevat oppilailta joko olevan tai ei olevan kiinnostusta aiheeseen. Eivätkä opettajat tiedosta, että he voisivat tehdä suuren vaikutuksen oppilaiden kiinnostukseen ja sen kautta edes auttaa myös oppimista. (Hidi & Renninger, 2006)

Käsitettä kiinnostus käytetään kun puhutaan henkilön ja asian, kuten luonnontieteiden välisestä yhteydestä. Kiinnostuksen teoriaa on yritetty selittää monin eri tavoin. Seuraavaksi käydään läpi, miten kiinnostuksen teoriaa on selitetty tutkimuksen valossa. (Krapp & Prenzel, 2011)

Sana kiinnostus voidaan jo määritellä monin eri tavoin. Gardner (1996) on sanonut, että kiinnostusta ei vain ilmene vaan henkilön täytyy olla kiinnostunut jostakin. Yleisesti kiinnostus koetaan ilmiönä, joka ajaa eteenpäin henkilön ja ympäristön vuorovaikutusta. Henkilön ja objektin, mikä voi olla tietty aihe tai abstraktimpi idea, voi kehittyä lyhytkestoinen tai pitkäkestoinen kiinnostus. (Krapp & Prenzel, 2011)

Kiinnostus voidaan jakaa henkilökohtaiseen ja tilannekohtaiseen kiinnostukseen. Henkilökohtainen kiinnostus on henkilölle luonteen- tai tavanomaista mielenkiintoa tiettyä asiaa kohtaan. Tilanteellinen kiinnostus on hetkellistä tilanteeseen sidottua kiinnostusta. Tilanteellisen kiinnostuksen kehittyminen vaatii hyvin keskittynyttä huomiota, sinnikkyyttä, osallistumista ja kasvavia tiedollisia toimintoja. Pääsääntöisesti ulkoiset virikkeet laukaisevat tilanteellisen kiinnostuksen, joka voi antaa pohjan pitempikiinnoitukselle. (Krapp & Prenzel, 2011)

Hidi & Renninger (2006) ovat esitelleet kiinnostuksen mallin, joka sisältää neljä vaihetta. Mallin mukana tilanteellinen kiinnostus kehittyy henkilökohtaiseksi kiinnostukseksi. Ensimmäisessä vaiheessa kiinnostus herätetään tilanteellisen kiinnostukset avulla. Jos tilanteellista kiinnostusta saadaan pidettyä yllä päästään mallin toiselle vaiheelle eli

ylläpidettyyn tilannekohtaiseen kiinnostukseen. Kolmas vaihe on syntyvä henkilökohtainen kiinnostus ja neljäs vaihe pitkälle kehittynyt henkilökohtainen kiinnostus. Vaiheet eroavat toisistaan vaihdellen vaikutuksen, tiedon ja arvon määrää. Ilman vaiheiden vuorovaikutusta ja tukea kiinnostus voi palata edelliseen vaiheeseen tai kadota kokonaan.

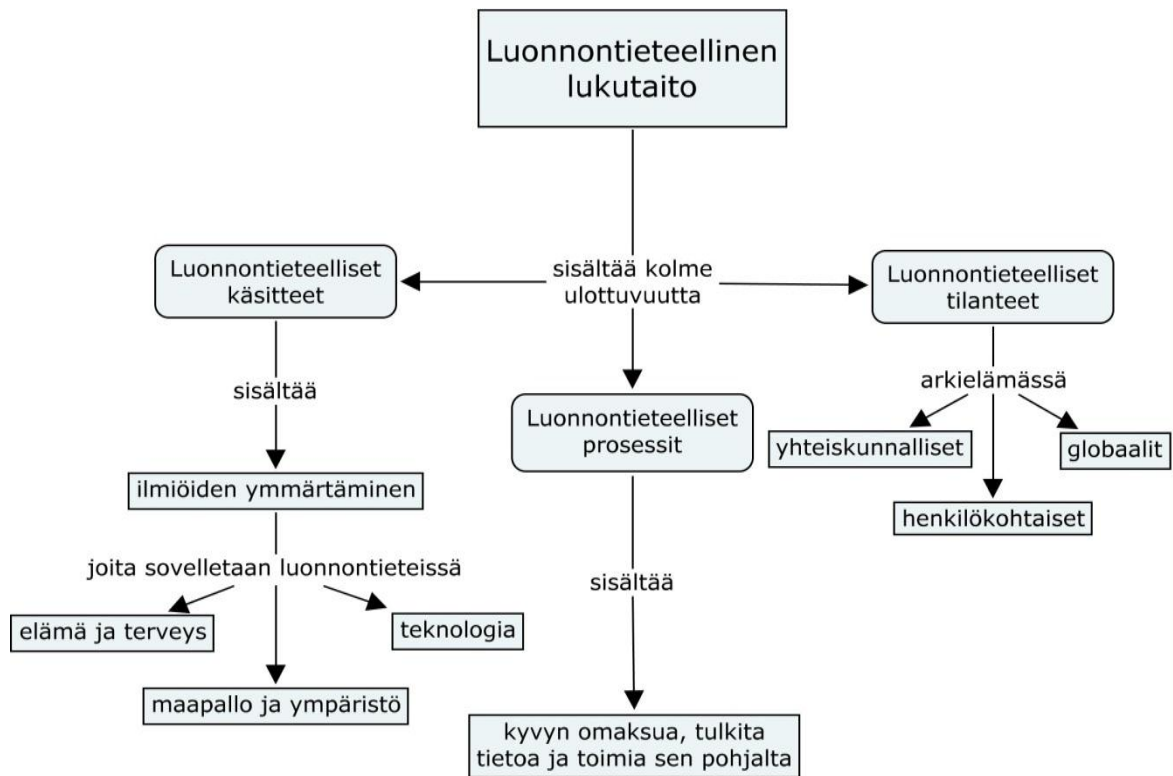
3.2.1 Luonnontieteellinen lukutaito

Nanotieteiden ja nanoteknologian kasvavan roolin ja yhteiskuntaan kohdistuvan vaikutuksen myötä on koulutuksen myös pysyttävä kehityksen mukana. Nanotieteiden ja nanoteknologian sisältöjä on integroitava luonnontieteiden opetukseen, jotta voidaan vastata luonnontieteellisen ja teknologisen lukutaidon kehittymisestä. Luonnontieteellisellä lukutaidolla ei ole tarkkaa kuvausta. Luonnontieteiden opetuksen yksi keskeisimmistä tavoitteista on kuitenkin luonnontieteellisen lukutaidon kehittyminen. (Laherto, 2010; Uddin & Chowdury, 2001)

OECD (2007) PISA tutkimus on määritellyt luonnontieteellinen lukutaidon:

”Scientific literacy is the capacity to use scientific knowledge, to identify questions and to draw evidence-based conclusions in order to understand and help make decisions about the natural world and the changes made to it through human activity.”

Määritelmää muunnettiin kuitenkin kuvaamaan luonnontieteellistä lukutaitoa kolmessa ulottuvuudessa, joka sisältää luonnontieteelliset käsitteet, prosessit ja tilanteet (Kuva 7).



Kuva 7. Luonnontieteellinen lukutaito

Luonnontieteellinen lukutaito merkitsee tieteissä esiintyvien peruskäsitteiden laajaa ymmärtämistä sekä niiden soveltamista alueilla, kuten luonnontieteet elämän, terveyden, ympäristön ja teknologian kannalta. Luonnontieteellinen lukutaito sisältää myös prosesseja, jonka kautta omaksuaan, tulkitaan tietoa sekä tehdään johtopäätöksiä Luonnontieteellisen lukutaidon avulla voi ymmärtää arkielämässä vastaan tulevia tieteellisiä asioita, osallistua keskusteluun sekä tehdä päätöksiä henkilökohtaisella ja yhteiskunnallisella tasolla. (OECD, 2007; Holbrook & Rannikmae, 2009)

Määritelmät luonnontieteelliselle lukutaidolla vaihtelevat. Näkemykset kuitenkin tavoittelevat samaa eli luonnontieteellinen lukutaito antaa mahdollisuuden toimia yhteiskunnassa tehden päätöksiä ja toimien vastuuntuntoisesti. (Holbrook & Rannikmae, 2009) Luonnontieteiden opetuksessa luonnontieteellisen lukutaidon kehittämistä voidaan tukea useilla eritavoilla. Opetuksessa uudet esiintyvät käsitteet tulisi sitoa aiemmin opittuihin käsitteisiin ja kokemuksiin. Kokemusten kautta käsitteet voidaan kiinnittää oppilaiden jokapäiväiseen elämään. Opetettavat asiat tulisi esittää usean kuvauksen ja esityksen kautta eli käyttää hyväksi erilaisia menetelmiä kuten tekstiä ja kuvia. Tämän jälkeen oppilaille tulee antaa mahdollisuuksia käyttää oppimaansa tietoa esimerkiksi

kokeellisuuden tai erilaisten tehtävien kautta sekä rohkaista heitä keskustelemaan tieteistä. Nämä viisi ohjetta edistävät oppilaiden kykyä lukea, kirjoittaa ja keskustella tieteistä. (Krajcik & Sutherland, 2010)

Luonnontieteiden opetuksessa voidaan käyttää nanotieteiden ja -tekniikan aiheita herättääkseen keskustelua tärkeistä ja ajankohtaisista asioista liittyen luonnontieteisiin ja teknologiaan. Lisäksi nanotekniikan avulla voidaan tuoda ilmi uusia tietoja luonnontieteiden luonteesta. Kiinnostuksen ja tutkimuksen kasvusta johtuen nanotieteen ja nanotekniikan opetusta on suositeltu integroitavaksi opetukseen eri tasoille. Integroimisesta opetukseen ovat kiinnostuneet useat eri tahot, kuten valtiollinen ja julkinen hallinto, teollisuus ja kaupankäynti, nanotieteilijät ja insinöörit, tekniikan opettajat ja kouluttajat sekä yhteiskuntatieteilijät. Useimmat näistä sisältävät viitteitä ihmisten luonnontieteellisen ja teknologisen lukutaidon kehittämiseen. (Laherto, 2011)

Yhteiskunnallinen merkitys on vielä tällä hetkellä pieni, mutta tulevaisuudessa kasvaa. Ihmisten kiinnostus tulevaisuuden kannalta tulee keskittymään nanotieteiden ja nanotekniikan positiivisiin ja negatiivisiin puoliin. Positiiviset ja negatiiviset vaikutukset tullaan pohtimaan yhteiskunnan, ympäristön ja terveyden kannalta. Nanotekniikan ratkaisut tulevat liittymään saasteisiin ja epäpuhtauksiin puhdistavien filtereiden kautta. Energian tuotantoon ja varastointiin liittyvä nanotekniikka kiinnostaa myös tutkijoita. Tällä alalla nanotekniikan kautta on tulossa uudistuksia. Nanotekniikkaan liittyvät huolenaiheet liittyvät terveyteen ja ympäristöön. Tulevaisuudessa tarvitsemme lisää tietoa, kuinka nanotekniikan uudistukset vaikuttavat terveytemme ja ympäristöön. (Laherto, 2010)

Nanotiede ja nanotekniikka sisältävät useita tietoteoreettisia sekä yhteiskunnallisia piirteitä, jotka tekevät siitä erityisen kiinnostavan ja ajankohtaisen luonnontieteellisen ja teknologisen lukutaidon silmissä. Tulevaisuudessa joudumme tekemään paljon enemmän päätöksiä liittyen nanotekniikkaan. Päätöksen teko koskettaa henkilökohtaista tasoa lähinnä kuluttajia eli mikä on tietotasomme nanotekniikan tuotteita kohtaan. Yhteiskunnallisella tasolla tulemme tekemään päätöksiä siitä, kuinka nanotekniikka tulevaisuudessa vaikuttaa yhteiskuntaamme. (Laherto, 2010)

Nanotieteen ja -teknologian opetuksen kannalta haasteita ovat käsitteiden monimutkaisuus, joka johtaa helposti pinnalliseen ohjeistukseen ja opetukseen sekä harhaanjohtaviin asiasisältöihin. Lisäksi yksinkertaistettu kuvien ja muun visuaalisen materiaalin käyttö voi johtaa virheellisiin malleihin ja käsitteiden ja tiedon vaihtoehtoisiiin käsityksiin. (Laherto, 2010)

3.2.2 Arkielämän konteksti nanoteknologian opetuksessa

Suomessa tyttöjä kiinnostavat poikkitieteelliset alat, kuten ihmisen biologia ja ympäristöön liittyvät asiat. Poikia taas kiinnostaa teknologia. Kaikki nämä asiat yhdistyvät nanoteknologiaan. (Lavonen et al. 2008) Lisäämällä nanoteknologian opetusta saadaan kemian opinnoista nykyistä kiinnostavammia ja samalla tarjotaan opiskelijoille ajan tasaista tietoa kemian tutkimuksesta (Ambrogi et al. 2008).

Nanoteknologian opetus tulisi aloittaa määrittelemällä käsitteet nanoteknologia ja nanotiede (O'Connor & Hayden, 2008). Opetuksen kannalta on tärkeää, että opiskelijat pystyvät käsittelemään nanotieteiden kokoluokkaa (Tretter, 2006). Opetuksessa tulisi esitellä nanoluokan suhteellista sekä absoluuttista kokoa. Suhteellista kokoa voidaan havainnollistaa arkielämässä esiintyvillä esimerkeillä, mutta absoluuttinen koko on hankala ymmärtää, sillä se ei ole nähtävissä. Nanoluokkaa voidaan käsitellä myös tuomalla esille 1 – 100 nm:n kokoisia molekyyliä, kuten fullereenit ja nanoputket.

O'Connor & Hayden (2008) ovat tutkimuksessaan valinneet pedagogisen lähestymistavan, jossa nanoteknologian konteksteja tuodaan esille. Erityisesti he keskittyivät arkielämän esimerkkeihin. Tutkimuksessaan tärkeiksi aihealueiksi he valitsivat muun muassa nanoteknologian historian, nanomateriaalit, fullereenit, nanoputket, nanoteknologian tekniikat ja nanoteknologian tulevaisuuden vaikutukset.

Tutkimuksessa tutkittiin myös erilaisia opetusmenetelmiä, joita voidaan käyttää hyödyksi nanoteknologian opetuksessa. Tutkimuksen kohteena heillä on kaksi opiskelijaryhmää. Ensimmäinen opiskelijaryhmä (N=34) on toisen vuoden rikosteknisen- ja ympäristöanalyysin opiskelijoita. Toinen opiskelijaryhmä on neljännen vuoden kemian opiskelijoita. Tutkimuksessa todettiin, että heidän ennakkotietonsa nanoteknologiasta olivat vähäiset. Kurssin jälkeisessä kyselyssä opiskelijat nostivat esille esimerkit liittyen

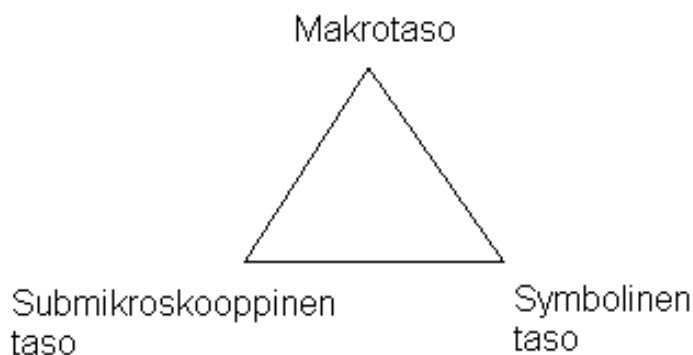
arkielämään, kuten aurinkorasvat ja tietokoneiden sirut. Myös visualisoinnit koettiin hyödyllisenä nanoteknologian opiskelun kannalta. Visualisoinneista nostettiin esille muun muassa molekyyli mallit ja animaatiot. (O'Connor & Hayden, 2008)

Gardner et al. (2010) ovat myös tutkimuksessaan nostaneet esille, että nanoteknologian opetuksessa tulisi tuoda esille tieteen yhteiskunnalliset vaikutukset. Nanoteknologian opetuksessa tulisi myös kiinnittää huomio eri alojen sovelluksiin käsitteiden opiskelun lisäksi. Ainoastaan käsittelemällä sovelluksia opiskelijat voivat oppia niiden hyödyistä ja mahdollisista haitoista.

3.2.3 Mallit ja visualisointi nanoteknologian opetuksessa

Kemian opetuksessa esiintyvät asiat ja käsitteet ovat abstrakteja ja harvoin silmin nähtävissä. Kemian mallien ja visualisointien avulla kemiaa voidaan tuoda näkyvämpään muotoon, jotta opiskelijat voivat muodostaa aiheista malleja. Luonnontieteissä ilmiöiden ymmärtäminen ja kuvaaminen on yksi tutkimuksen päämäärinä. (Johnstone, 1993)

Kemiaan liittyvää tietoa voidaan esittää kolmella eri tasolla (Kuva 8). Makrotasolla esitetään näkyviä asioita, esimerkiksi kokeellisessa työssä silmin nähtäviä asioita. Symbolisella tasolla esitetään symboleja, esimerkiksi molekyylikaavat ja reaktioyhtälöt. Submikroskooppisella tasolla tapahtuu ilmiöt, jotka eivät ole silmin nähtävissä, esimerkiksi molekyylien rakenteet ja elektronien jakautumiset molekyyliä. (Johnstone, 1993)



Kuva 8. Kemian kolme tasoa; makrotaso, symbolinen taso ja submikroskooppinen taso.

Kemian opetuksessa tulisi pyrkiä yhdistämään kemian kolme tiedon tasoa. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa mainitaan myös, että kemian opetuksessa tulisi pyrkiä ilmiöiden tulkitsemisen, kuvaamaan ja mallintamaan kemiaa siihen liittyvällä merkkikielellä. (POPS, 2004)

3.3 Videot oppimisen ja opetuksen tukena

Kemia on tiede, jossa harvoja asioita voidaan havaita silmin. Visuaalisten materiaalien avulla kemian abstrakteja asioita voidaan käsitellä ja niiden käyttö on koettu hyödylliseksi. Videoiden avulla voidaan luoda merkityksellisiä yhteyksiä kemian makro- ja mikrotasojen välillä ja parantaa kemian käsitteellistä oppimista. Kemian tutkimuksessa tutkijat käyttävät erilaisia malleja visualisoimaan kemian abstrakteja asioita, joten samoja tietoja ja taitoja tulisi tarjota myös opiskelijoiden käyttöön. (Habreken, 2003; Pekdag & Le Marechal, 2010)

Videoita on käytetty kemian opetuksessa jo vuodesta 1957 lähtien. Sana video tarkoittaa latinaksi ”minä näen”. Määritellään video kuvaamaan teknologian avulla tuotettua liikkuvaa kuvaa. Videot sisältävät tärkeitä multimediaelementtejä, kuten ääntä, kuvaa ja tekstiä. Visuaalisia materiaaleja on vuosikymmenien aikana ollut erilaisia, kuten elokuva, filmit, videot, animaatiot ja simulaatiot. Opetusvideoista tuotettiin alussa hyvin pitkiä ja kustannukset saattoivat nousta korkeiksi. Videoita käytettiin korvaamaan jopa kokonaisia kursseja. Nykyään visuaaliset materiaalit ovat muutaman minuutin pituisia, helposti tehtävissä sekä saatavissa. (Pekdag & Le Marechal, 2010) Opetusvideoiden todellisesta ja tehokkaasta käytöstä opetustilanteissa on kuitenkin vähän tutkimustuloksia (Lawson et al. 2007).

Kemian opetuksessa videoiden avulla voidaan luoda uusia oppimisympäristöjä, jotka mahdollista videoiden katselun ja oppimistehtävät. Oppimisympäristöissä videoiden käyttäminen on tehokasta ja tuottaa oppimistuloksia. Opettajien koulutus videoiden käytön kannalta on tärkeää, jotta he osaavat käyttää videoita oikein. Opettajien tulee osata valita aihekokonaisuuksiin soveltuvat videot niin sisällön ja oppimistehtävien tason ja mielekkyyden kannalta. Videoiden tekoon on hankittava oikeat ohjelmat (Case & Hino,

2010). Lisäksi oppimiseen vaikuttaa oikeiden kuvien, äänien ja tekstien valitseminen sekä videon pituus. (Pekdag & Le Marechal, 2010)

Hyvin valmisteltu ja oikeisiin asioihin kohdistettu videomateriaali voi elävöittää teemoja sekä herättää opiskelijoiden kiinnostuksen aihealuetta kohtaan. Videoiden avulla voidaan tuoda esille arkielämän konteksteja helpommin kuin tavanomaisessa opetuksessa. Videoita tulisikin käyttää rikastamaan opetusta eikä korvata niillä kokonaan tunteja. Tutkimuksissa on myös todettu, että videoiden sekä tekstin käyttö yhdessä helpottaa ymmärtämistä. (Mitra et al. 2010)

Nuoret eivät hakeudu kemian opintoihin. He tuntevat kemian vaikeana oppiaineena ja käsitteet abstrakteina ja vaikeasti hahmotettavina. Visuaaliset materiaalit lasten ja nuorten elämässä lisääntyvät jatkuvasti. Nuoret kasvavat visuaalisten materiaalien ympäröimänä ja käyttävät niitä päivittäin, kuten televisiot, tietokoneen ja pelit. Visuaalisten materiaalien avulla on mahdollista luoda mielekkäitä kemian oppimisympäristöjä, jotka kehittävät korkeamman tason ajattelun taitoja sekä kriittistä ajattelutapaa. (Habraken, 2003) Videoiden avulla uutta teknologiaa voidaan tuoda osaksi kemian opetusta ja parantaa opetuksen laatua (Cox, 2011).

Mitra et al. (2010) ovat tutkineet, millaisena opiskelijat kokevat videoiden käytön kursseilla. Tutkimuksen tarkoituksena oli myös selvittää, kuinka opiskelijat itse käyttävät videoita ja millainen vaikutus videoiden käytöllä on oppimiseen. Erityisesti opiskelijat pitivät luentojen aihealueisiin liittyvistä esimerkeistä, jotka esiintyivät videoilla. Opiskelijoiden mielestä materiaalit mahdollistivat syvemmän oppimisen sekä selkeyttivät aihealueita. Opiskelijat olivat myös sitä mieltä, että videoiden avulla aihealueiden mieleen palauttaminen on helpompaa sekä tarjoavat vaihtoehtoisia näkemyksiä haastamaan ennakkokäsityksiä. (Mitra et al. 2010)

Tutkimustuloksien perusteella 89 %:a opiskelijoista piti luennoilla esitettyjä videoita hyödyllisinä. Niiden avulla aiheet ja määritelmien mieleen palauttaminen oli selkeytynyt. Opiskelijat kokivat negatiivisena videoiden käytön, kun niiden rooli oli puhtaasti viihteellinen ilman opetuksellista päämäärää. Negatiivisia kokemuksia heräsi myös silloin, kun opiskelijan rooli opetustilanteessa oli passiivinen. Positiivisena opiskelijat kokivat tilanteet, joissa heitä rohkaistiin puhumaan videoiden sisällöistä. (Mitra et al. 2010)

Laroche et al. (2003) tutkivat kemian kokeellisten töiden ja videoiden käytön eroa. Oppimistulosten välillä ei ole havaittu eroa. Opiskelijoiden mielipiteet videoiden käytön ja kokeellisten demonstraatioiden välillä jakaantuivat tasan. Videoiden hyödyiksi koettiin muun muassa mahdollisuus pysäyttää ja kelata sekä turvallisuus. Opiskelijat eivät kuitenkaan tunteneet, että he voivat esittää kysymyksiä videoiden aikana. Videoiden käytössä heikkouksia ovat myös videon nopeus ja huono kuvanlaatu. Kokeellisissa demonstraatioissa reaktioiden tarkka näkyminen videolla on haastavaa. Verrattuna kokeellisiin töihin videoiden hyöty on, että reaktio voidaan katsoa helposti uudelleen. (Laroche et al. 2003)

Tutkimustuloksissa on todettu oppimistehtävien parantavan oppilaiden oppimista opetusvideoita katsellessa. Parhaimmat oppimistulokset on saatu, kun opiskelijat myös vastaavat ohjaaviin kysymyksiin. Opettajan on suunniteltava ohjaavat kysymykset hyvin ja niiden tulisi liittyä videon keskeisiin aiheisiin sekä oppimistavoitteisiin. (Lawson et al. 2007)

Kumar (2010) on tutkinut videoita ongelmapohjaisen opetuksen yhteydessä. Videoita on tutkimuksessa käytetty kognitiivisina välineinä, jotka sitovat yhteen arkielämän tilanteen ja siihen liittyvän ongelman. Elokuville ja mainoksissa nähdään usein tilanteita, jotka eivät todellisuudessa olisi mahdollisia. Opettajat voivat etsiä tämän kaltaisia videoita useista lähteistä ja haastaa opiskelijoita testaamaan tilanteita todellisuudessa. Ongelmapohjaisessa opetuksessa videoiden käytön on todettu aktiivisesti sitouttavan opiskelijan opintoihin, parantavan oppimistuloksia, lisäävän tehokkuutta sekä opiskelijoiden osallistumista. (Kumar, 2010)

Videoiden käyttö on yleistymässä. Internetistä löytää jo paljon materiaaleja eri osa-alueilta. Osaa videoista ja sisällöistä saa kuitenkin kritiikkiä osakseen. Osaksi videot voivat sisältää vanhentunutta tai valheellista tietoa ja johtaa vaihtoehtoihin käsityksiin ilmiöistä. Opettajan tulee kiinnittää huomiota videoiden valintaan. (Pekdag & Le Marechal, 2010)

Uusi teknologia mahdollistaa videoiden käytön ja helpon saatavuuden. YouTube ja muut sosiaaliset median palvelut mahdollistavat videoiden lataamisen internetiin. Sosiaalisen median kautta videoiden katseleminen ja jakaminen on helppoa. Useissa sosiaalisen median palveluissa on myös mahdollista jakaa mielipiteitä sekä kehittää kriittisen ajattelun

taitoja. Videoista opettajat saavat myös uusia työkaluja vastaamaan erilaisten oppijien tarpeisiin. (Jones & Cuthrell, 2011)

Videot ovat teknologian mukanaan tuoma potentiaalinen voimavara kemian opetukseen. Tulevaisuudessa tulemme näkemään, kuinka se tulee kehittämään kemian opetusta sekä kuinka sitä voidaan soveltaa opetuskäytössä. Videoiden käytöstä opetuksessa tarvitaan lisää pitkäaikaisia tutkimustuloksia, jotta niiden todellinen merkitys opetuskäytössä selkenisi. (Kumar, 2010)

Videoiden eduiksi on luonnontieteiden opetuksessa koettu, että niiden avulla voidaan tuoda opetukseen uusia konteksteja sekä uutta informaatiota. Videoiden avulla voidaan myös punoa yhteen luonnontieteen ja yhteiskunnan välisiä yhteyksiä. Opetuksen kannalta on helppoa, kun kaikki voivat katsoa videoita samaan aikaan ja niiden pohjalta voidaan keskustella tai järjestää väittely. (Pace & Jones, 2009)

Videoita tulisi käyttää opetuksessa, sillä niiden avulla voi vangita opiskelijoiden kiinnostuksen ja huomion aiheeseen, kasvattaa ymmärrystä aihetta kohtaan ja motivoida opiskelijoita. Ihmiset oppivat eri tavoilla ja videoiden avulla on mahdollista yhdistää ominaisuuksia, joiden avulla oppimisesta voidaan tehdä suurimmalle osalle helpompaa. Opiskelijat voivat oppia lukemalla videoissa esiintyviä tekstejä, kuuntelemalla videon selostajaa tai tekemällä videoihin liittyviä tehtäviä. Oppia voi myös videoilla esiintyviä kuvia näkemällä, muodostamalla omia malleja tai piirtämällä. Videoilla esiintyvät musiikilla ja rytmityksellä on myös vaikutusta oppimiseen. (Berk, 2009)

3.4 Yhteenveto

Teoreettisen ongelma-analyysin pohjalta voidaan todeta, että nanotiede ja nanoteknologia ovat poikkitieteellisiä aloja, jotka voidaan integroida esimerkiksi kemian, fysiikan ja biologian opintoihin. Alojen tuntemus on tarpeen luonnontieteellisen lukutaidon kehittymisen kannalta, jotta voidaan toimia yhteiskunnassa tulkiten tietoa ja päätöksiä tehden. Nanoteknologian yhteiskunnallinen merkitys on vielä pieni, mutta kasvaa tulevaisuudessa. (Holbrook & Rannikmae, 2009; Laherto, 2010)

Aikaisemmassa tutkimuksessa on todettu opiskelijoita kiinnostavan nanoteknologian arkielämään liittyvät esimerkit ja visualisoinnit (O'Connor & Hayden, 2008). Opetuksen tutkijoiden mielestä nanotieteen ja nanoteknologian opetuksessa tulisi ottaa huomioon muun muassa aineen rakenne ja kokoluokka, kokoluokan ominaisuudet, mallit ja simulaatiota, sekä tieteen, teknologian ja yhteiskunnan merkitys (Stevens et al. 2007) sekä nanoteknologian hyödyt ja haitat (Gardner et al. 2010).

Videoita voidaan käyttää tukemaan kemian opetusta. Niiden avulla voidaan esitellä uusia käsitteitä tai tuoda esille tieteen ja yhteiskunnan välisiä sidoksia. Kaikkea ei voi tuoda luokkahuoneeseen, mutta videoiden avulla näitäkin asioita voidaan esitellä. Uutta teknologiaa voidaan tuoda videoiden avulla osaksi kemian opetusta (Cox, 2011) ja kehittää oppilaiden korkeamman tason ajattelun taitoja. (Habreken, 2003) Teknologian myötä videoita on helppo käyttää ja saada. Sosiaalisen median palveluiden kautta palveluissa on myös mahdollista jakaa mielipiteitä sekä kehittää kriittisen ajattelun taitoja. (Jones & Cuthrell, 2011)

4 Kehittämisprosessi

Videoiden ja oppimisympäristön tavoitteet määritettiin teoreettisen ongelma-analyysin pohjalta. Teoreettisessa ongelma-analyysissä kartoitettiin aikaisempaa tutkimusta nanotieteen ja nanoteknologian opetuksesta sekä videoiden käytöstä opetuksessa. Sen pohjalta asetettiin tavoitteet kehittämisprosessille. Tässä luvussa kehittämisprosessi kuvataan yksityiskohtaisesti, jotta tutkimus on toistettavissa kuvailun perusteella. Luvussa 4 kuvataan kehittämisprosessin tavoitteet. Tavoitteiden pohjalta suunniteltiin videot (ks. luku 4.1). Kehittämisprosessissa kuvataan käytetyt ohjelmistot, jotka mahdollistivat videoiden tekemisen (ks. luku 4.2), kuvaamisen (ks. luku 4.3) ja julkaisemisen (ks. luku 4.4).

Opetusmateriaalin suunnittelussa ensisijaisesti otettiin huomioon seuraavat kahdeksan asiaa: a) nanolukutaidon kehittyminen ja nanoteknologian integroiminen osaksi kemian opetusta (Laherto, 2010), b) nanotieteen ja nanoteknologian keskeisien asiasisältöjen tuominen osaksi opetusta (Stevens et al. 2007), c) oppimateriaalissa pyritään tuomaan esille keskeiset käsitteet ja nanotieteen kokoluokka (O'Connor & Hayden, 2008; Tretter, 2006), d) oppimateriaalissa tuodaan esille arkielämän konteksti (O'Connor & Hayden, 2008), sekä nanoteknologian mahdolliset hyödyt ja haitat (Gardner et al. 2010) e) opetusmateriaalin tavoitteena on tilannekohtaisen kiinnostuksen herättäminen (Krapp & Prenzel, 2011), f) mielekkään ja kiinnostavan visuaalisen materiaalin kehittämisessä otetaan huomioon videoiden pituus, käytettävyys ja jaettavuus (Pekdag & Le Marechal, 2010) g) sekä kemian mallien eri tasot (Johnstone, 1993) ja h) tekstin ja visuaalisen materiaalin yhdistäminen (Mitra et al. 2010)

4.1 Nanoteknologian opetusvideoiden suunnittelu

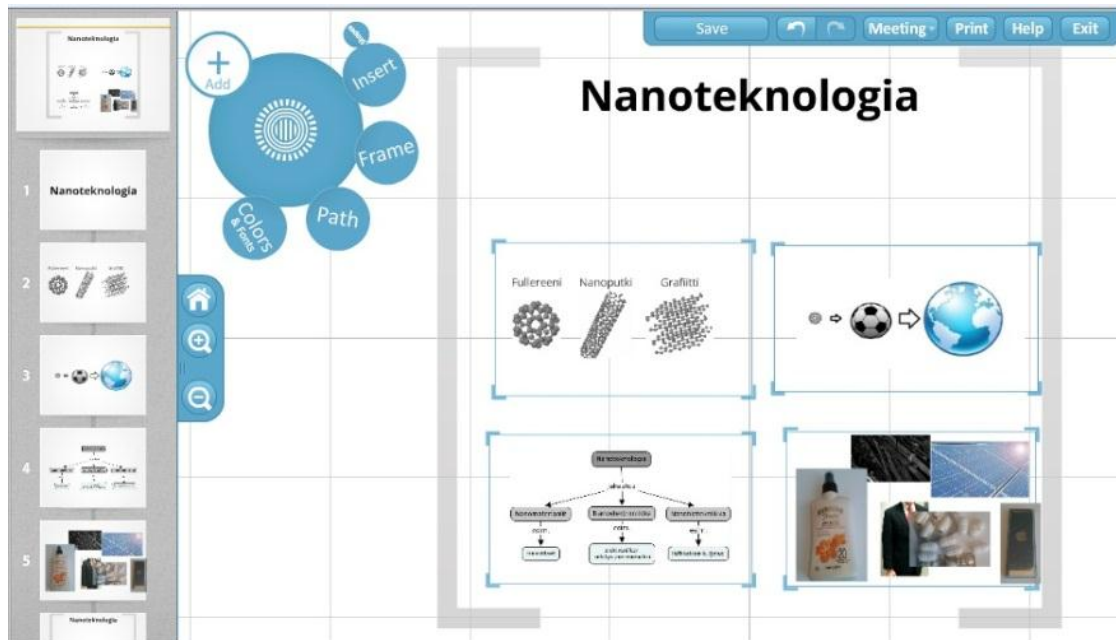
Videoihin aiheiksi valittiin kolme aluetta teoreettisen ongelma-analyysin pohjalta. Aiheet ovat nanoteknologia, nanoteknologian sovellukset ja turvallisuus. Ensimmäinen video käsittelee nanotiedettä ja nanoteknologiaa sekä niiden kokoluokkaa (O'Connor & Hayden, 2008; Stevens et al. 2007; Tretter, 2006). Aurinkokennot valittiin toisen videon aiheeksi, sillä ne ovat yksi esimerkki nanoteknologian arkielämän sovelluksista (O'Connor & Hayden, 2008). Tyttöjä ja todettu kiinnostavan ympäristöön liittyvät asiat ja poikia yleisesti teknologia (Lavonen et al. 2008), joten aurinkokennot aiheena kiinnostavat tyttöjä ja poikia. Kolmannen videon aiheeksi valittiin nanoturvallisuus. Aikaisemmassa tutkimuksessa on todettu, ettei opiskelijoilla ole tietoa nanoteknologian hyödyistä ja haitoista (Gardner et al. 2010). Videoissa yhdistetään puhetta, kirjoitusta ja kuvia, joiden tarkoituksena on vahvistaa erilaisten oppijien oppimista. (Berk, 2009) Videoiden käsikirjoitus on kokonaisuudessaan liitteenä (Liite 1), jossa esitellään videolla esiintyvät kuvat ja kerronta.

4.2 Nanoteknologian opetusvideoiden tekeminen

Aluksi päätettiin, millä ohjelmistolla videoiden ulkoasu tehtiin. Vaihtoehtoina olivat Powerpoint ja Prezi-esitykset. Lopulta valittiin Prezi käytettävyyden ja sen modernien ominaisuuksien vuoksi. Ohjelmistossa on muun muassa mahdollista liikuttaa luotuja laatikoita ja muuttaa niiden kokoa. Sen avulla on mahdollista lähentää esitykseen ja muokata suunniteltujen laatikoiden polkuja. Prezi löytyy myös sadan suosituimman opetusohjelmistojen joukosta (Hart, 2011). Preziä käytettäessä tietokoneelle ei tarvitse asentaa uusia ohjelmistoja. Prezi.com-sivustolle luodaan tunnukset, jonka jälkeen päästään tekemään esityksiä sivuston kautta. Prezin käyttäminen on yksinkertaista ja sivustolta löytyy useita käyttöoppaita. Prezin vahvuuksiksi ilmeni esitysten muokattavuus, kuvien liittäminen ja kuvien tai tekstien lähentäminen esityksissä.

Videoiden haluttiin sisältävän visuaalista materiaalia. Kuvia on saatavilla paljon Internetistä, mutta myös tekijän oikeudet on otettava huomioon. Videoiden kuvat etsittiin Internetistä erilaisia hakusanoja käyttäen. Kuvien käyttämiseen uudessa teoksessa on pyydetty tarvittavat luvat. Useat kuvista on etsitty kuvapalvelu Flickr:n avulla. Kuvilla on Creative Commons -lisenssi, jonka mukaan niitä saa vapaasti käyttää ja muokata opetus

käytössä. Käsitekartat videoihin tehtiin Cmap Tools -ohjelmistolla, sillä sen avulla käsitekartat voidaan kuvina lisätä Prezi-esitykseen. Kuvassa 9 nähdään, miltä videoiden suunnitteleminen ja tekeminen näyttää Prezissä.



Kuva 9. Videoiden suunnittelu Prezillä.

Prezi on helppo käyttää, mikä oli yksi syy sen valintaan. Kuvassa 9 nähdään sinisellä pohjalla käyttövalikko. Insert eli Lisää valikosta esitykseen voidaan lisätä muun muassa kuvia, ppt-esityksiä ja tiedostoja. Frame-valikosta valitaan sopivan kokoiset kehykset. Kehyksiä voi tehdä erimuotoisia, mutta myös piilottaa, jos kehyksen rajoja ei haluta näkyviin.

Path-valikosta valitaan järjestys, jossa esityksen aikana kehykset, kuvat ja tekstit halutaan näkyviin. Järjestyksen avulla esityksessä voidaan välillä tuoda lähemmäksi ja vastaavasti siirtyä kauemmaksi. Värit valikossa on valmiita värejä, joita voi vaihtaa. Ohjelmassa kuvien ja tekstien liikuttaminen on helppoa. Hiirellä ”tartutaan” teksteihin ja siirretään niitä. Samalla tavalla kuvaa klikkaamalla tulee viereen esiin valikko, josta kuvan kokoa voi pienentää tai poistaa koko kuvan.

4.3 Nanoteknologian opetusvideoiden kuvaaminen

Videot päätettiin kuvata Jing-ohjelmistolla, joka on ilmainen Internetistä ladattava ohjelmisto ja myös sadan suosituimman opetusohjelmiston listalla (Hart, 2011). Ohjelmisto on ladattavista osoitteesta <http://www.techsmith.com/download/jing/default.asp>. Jingin avulla tietokoneen näytön tapahtumista voidaan ottaa kuvia sekä kuvata niistä lyhyitä, maksimissaan viiden minuutin pituisia, videoita. Ohjelmisto tallentaa kaiken, mitä tapahtuu tietokoneen näytöllä nauhoituksen aikana.

Videon on mahdollista lisätä myös ääntä ja ohjelmistossa tämä tapahtuu samanaikaisesti videon kuvaamisen kanssa. Äänen nauhoittamiseen tarvitaan mikrofoni, joita on usein valmiina tietokoneissa tai vaihtoehtoisesti voi käyttää ulkoista mikrofontia. Jingilla kuvatut videot voidaan tallentaa tietokoneelle swf-muodossa tai jakaa suoraan Twitterissä, Facebookissa tai Screencast.com-palvelussa. Screencast.com vaatii myös rekisteröitymisen, minkä voi tehdä osoitteessa <http://www.screencast.com>.

Screencast.com mahdollistaa videoiden nopean jakamisen sekä niiden upottamisen upotuskoodin (engl. *embed code*) avulla erilaisiin verkko-oppimisympäristöihin ja blogeihin. Kuvattaessa videot Jingin avulla ne tallentuvat Screencast.comiin. Lisäksi sinne voidaan tallentaa upotuskoodi. Screencast.comiin ladatut videot voidaan suoraan sieltä laittaa kaikkien näkyville. Sivustolta noudetaan linkki, jota seuraavalla videota pääsee katselemaan. Screencast.com tarjoaa myös upotuskoodin, jonka avulla video voidaan upottaa esimerkiksi verkko-oppimisympäristöihin, kuten Fronteriin tai upottaa blogeihin.

4.4 Nanoteknologian opetusvideoiden julkaiseminen

Tutkimuksessa päädyttiin julkaisemaan videot blogissa, sillä niiden käyttö vaatii vain kirjautumisen. Internet-sivustolla voi suunnitella itse blogin ulkoasun ja osoitteen. Bloggeja löytyy useita ilmaisia ja niiden käyttö vaatii ainoastaan rekisteröitymisen. Blogin avulla nanoteknologian opetusmateriaali on helposti jaettavissa ja kaikkien nähtävissä. Blogien hyviin puoliin kuuluu myös niissä tapahtuva vuorovaikutus oppilaiden kesken. Blogeihin voi muokata keskustelua ja kommentointi mahdollisuuksia, joka mahdollistaa muun muassa vastaamisen oppimistehtäviin.

Blogger on Googlen blogipalvelu, jossa blogin suunnitteleminen ja käyttäminen ovat helppoa. Bloggerin avulla saa käyttöön verkkosivuston (Kuva 10), jonka osoitteen voi itse muokata haluamukseen ja jakaa muille opettajille ja oppilaille. Blogger löytyy myös sadan suosituimman opetusohjelmiston joukosta (Hart, 2011). Kirjautuminen Bloggeriin tapahtuu esimerkiksi Google-tilin avulla.



Kuva 10. Näkymä Nanoteknologia-blogista.

5 Kehittämistuotos

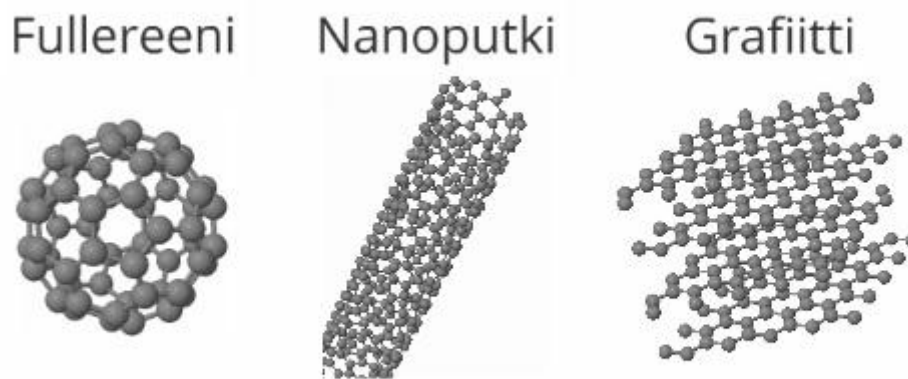
Tässä luvussa kuvataan kehittämistuotokset. Opetusvideoita tehtiin kolme kappaletta. Ensimmäinen video käsittelee nanoteknologian kokoluokkaa, ja yleisesti, mitä nanoteknologia on (ks. luku 5.1). Toinen videoista käsittelee nanoteknologian sovelluksista aurinkokennoja ja energiantuotantoa (ks. luku 5.2). Kolmas videoista käsittelee nanoturvallisuutta. Videossa tutustutaan, miten nanopartikkelit voivat edetä ympäristössä (ks. luku 5.3).

Kehittämistuotos on julkaistu osoitteessa <http://nanoteknologia.blogspot.com/>. Kehittämistuotos sisältää kolme nanoteknologiaan liittyvää videota, joiden pituus on noin 2,5 minuuttia. Videoiden käsikirjoitus kuvineen ja kerrontoineen löytyy liitteenä (Liite 1). Kehittämistuotoksen arvioinnin ja oppilaiden kiinnostuksen kohdalla videoille kehitettiin oppimistehtävät. Videoita käytetään oppitunnilla yhdessä oppimistehtävien kanssa. Oppimistehtävien tavoitteena on syventää videoilla esitettyjä käsitteitä ja tietoa nanoteknologiasta. Niiden avulla opettaja voi myös arvioida oppimista.

5.1 Nanoteknologia-opetusvideo

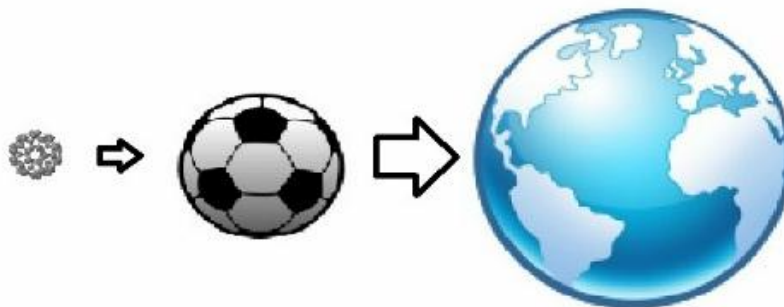
Ensimmäisen videon tavoitteena on tuoda esille käsitteet nanotiede ja nanoteknologia sekä, miten nanoteknologia liittyy kemian opintoihin. Lisäksi tutustutaan nanotieteen ja nanoteknologian kokoluokkaan ja siihen, missä nanoteknologiaa käytetään. (Tretter, 2006)

Videon aiheeksi valittiin hiilen allotropia (Kuva 11), jonka avulla esitellään nanotieteen saavutuksia, kuten fullereeni ja nanoputki (O'Connor & Hayden, 2007). Allotropia on yksi käsitteistä, joka käsitellään peruskoulun kemian opinnoissa. Hiilen erilaisten rakenteiden avulla tuodaan esille nanotieteiden saavutuksia, kuten nanoputket. Tämän esimerkin avulla luodaan yhteys nanotieteen ja kemian välille. (Tretter, 2006)



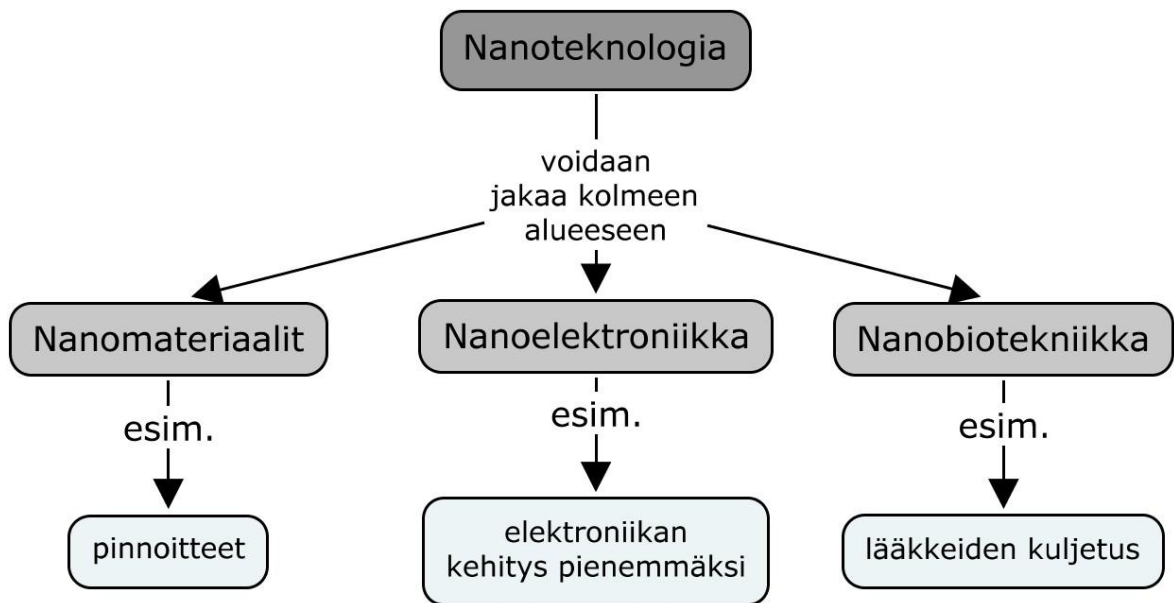
Kuva 11. Fullereeni, nanoputki ja grafiitti.

Ensimmäisen videon avulla mennään atomitasolle ja havainnollistetaan, kuinka pieni yksi nanometri on. Tämän esittämiseen videoihin valittiin esimerkki, jossa verrataan fullereenin, jalkapallon ja maapallon halkaisijoita keskenään (Kuva 12).



Kuva 12. Fullereeni, jalkapallo ja maapallo kokoluokan hahmottamiseen.

Aikaisemman tutkimuskirjallisuuden perusteella myös selvisi, että osalle oppilaista videoita on helpompi seurata tekstin kanssa. (esim. Berk, 2009) Tämä ratkaistiin tuomalla videoihin käsitekartta (Kuva 13), joka kokoaa ensimmäisessä videossa nanoteknologian eri aloja.



Kuva 13. Nanoteknologian soveltaminen eri aloilla.

Aikaisemmasta tutkimuksesta selvisi myös, että oppilaat haluavat tietää, miten nanoteknologia näkyy arkielämässä (O'Connor & Hayden, 2008) Tätä kuvastamaan videoihin tuotiin nanoteknologia tuotteita eri aloilta (Kuva 14).

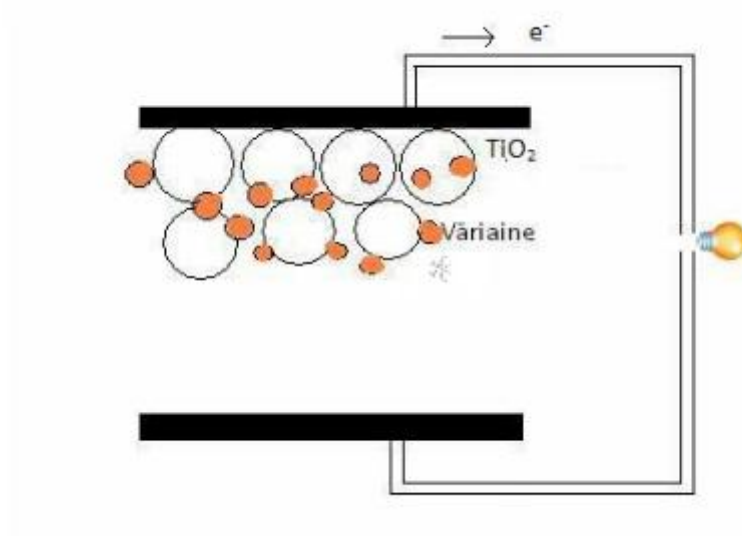


Kuva 14. Nanoteknologian tuotteita.

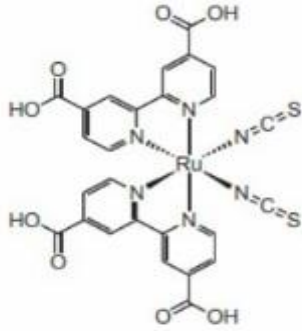
5.2 Nanoteknologian sovellukset -opetusvideo

Toisen videon aiheeksi valittiin arkielämän esimerkit, sillä ne nousivat esille aikaisemmasta tutkimuksesta (O'Connor & Hayden, 2008). Nanotiede ja nanoteknologia tarjoavat ratkaisuja energiantuotantoon. ROSE-tutkimuksessa on selvinnyt, että tyttöjä kiinnostavat ympäristöön liittyvät asiat ja poikia teknologia. Toisen videon aiheeksi valittiin aurinkokennot ja tuodaan esille niiden merkitys vaihtoehtoisena energian lähteenä. (Lavonen et al. 2008)

Kuvan 15 avulla tuodaan esille, millaisista osista Grätzelin kennot koostuvat ja, miten niiden avulla saadaan tuotettua sähköä. Kuvan 16 avulla halutaan näyttää tarkemmin väriainemolekyylin rakennetta ja, mistä alkuaineista väriainemolekyyli koostuu. Yläasteen opinnoissa käsitellään myös orgaanisen kemian rakenteita, joita havaitaan myös väriainemolekyylin rakenteesta. (POPS, 2004)

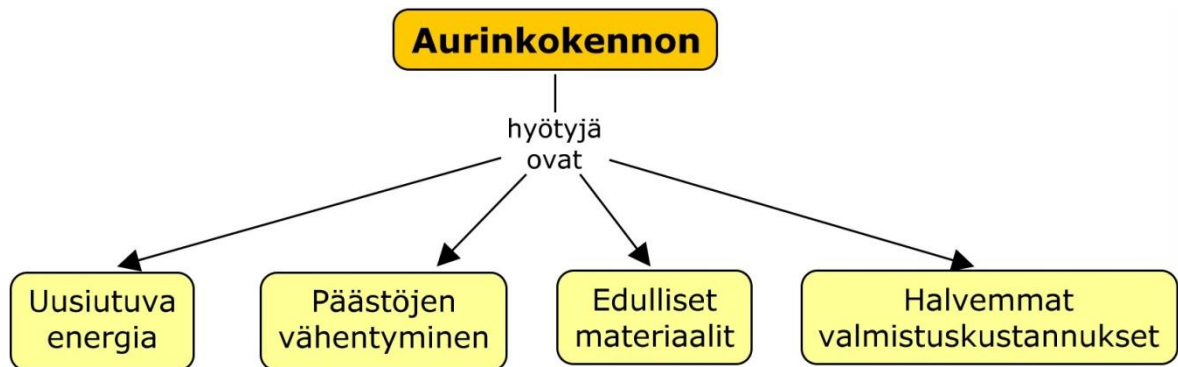


Kuva 15. Grätzelin kennon rakenne.



Kuva 16. Väriainemolekyylin rakenne.

Kuva 17 kokoaa aurinkokennojen hyödyt videon lopuksi. Aurinkokennon käytössä halutaan painottaa, että se on uusiutuva energian muoto. Aurinkokennojen valmistus on nykyisin jo halvempaa ja tutkimuksessa keskitytään materiaaleihin, jotka ovat helposti saatavissa.



Kuva 17. Aurinkokennon hyödyt.

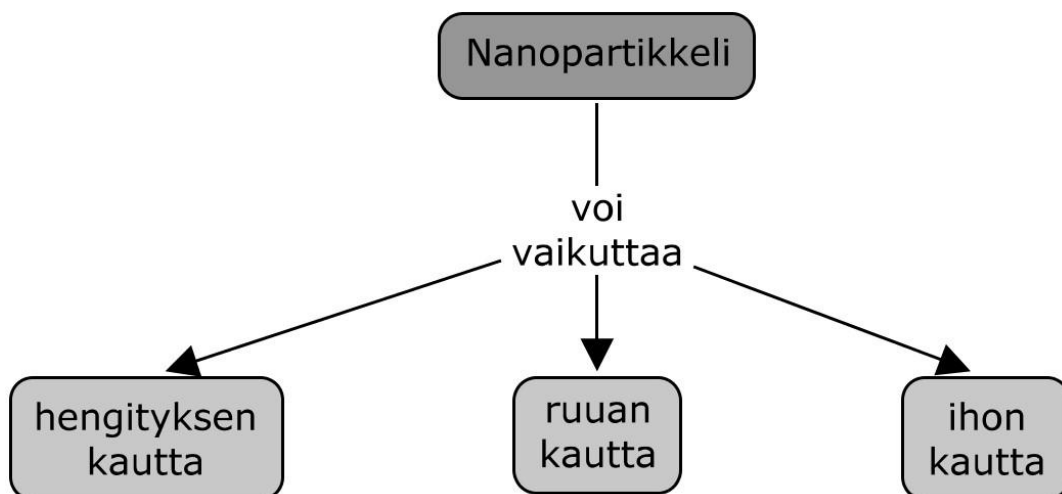
5.3 Nanoturvallisuus-opetusvideo

Kolmannessa videossa aiheena on nanoturvallisuus. Nanoturvallisuus on aiheena tärkeä, jotta oppilaan luonnontieteellinen lukutaito kehittyy, ja että tulevaisuudessa hän voisi tehdä yhteiskunnallisia ja henkilökohtaisia päätöksiä liittyen nanotuotteisiin. (Laherto, 2010) Oppilaiden tulisi tietää nanoteknologian hyödyistä ja mahdollisista riskeistä, jotta he osaavat punnita niitä ja tehdä johtopäätöksiä (Gardner et al. 2010).

Kuvassa 18 esitellään erilaisia tuotteita, joiden kautta nanopartikkelit voivat edetä luonnossa ja ihmisissä. Henkilöt voivat altistua nanopartikkeleille, joko työnsä kautta tai kuluttajana. Kuvassa 19 kootaan vielä tekstin muodossa reitit, joita nanopartikkelit voivat päätyä kehoomme.



Kuva 18. Nanopartikkeleiden mahdollisia altistumisen keinoja.



Kuva 19. Nanohiukkasen mahdolliset etenemisreitit.

5.4 Tapaustutkimus: Kehittämistuotoksen arviointi

Materiaali testattiin osana ammatillisen tutkinnon kemian kurssin oppituntia. Kurssille osallistui kymmenen opiskelijaa, joista neljä haastateltiin. Tutkimukseen valittiin ammatillisen oppilaitoksen opiskelijat, sillä opetan heitä itse ja tutkimuksen suorittaminen oli helppoa. Ammatillisen oppilaitoksen opiskelijoiden kemian osaaminen ei eroa paljon yläkoulun oppilaiden tasosta, vaikka he ovat jo peruskoulun suorittaneet. Oppitunnilla oppimisympäristö esiteltiin oppilaille ilman oppimistehtäviä. Kyseessä oli tapaustutkimus, jonka tavoitteena oli selvittää kyseessä olevan uniikin ryhmän käsityksiä ja mielipiteitä. (Cohen et al. 2007)

Tapaustutkimuksella on useita etuja. Tapaustutkimukset ovat lähempänä tutkimuskohdetta. Tutkimuksesta on mahdollista saada esille asioita, jotka voisivat hukkoa isompaa joukkoa tutkittaessa. Tapaustutkimuksen avulla pyritään selventämään, ymmärtämään ja hankkimaan lisää tietoa tutkittavasta mallista tai teoriasta. Tutkimuksen tulokset eivät ole samalla tavalla yleistettävissä kuin esimerkiksi laajan kyselytutkimuksen tulokset. Tuloksia voidaan kuitenkin käyttää apuna vastaavissa tilanteissa. (Cohen et al. 2007)

Tutkimusmenetelmäksi valittiin tapaustutkimus, sillä tutkimuksessa oltiin kiinnostuneita tietyn tapauksen ja joukon kiinnostuksen kohteista. Tavoitteena oli arvioida kehittämistuotosta ja vastasiko se sille asetettuja tavoitteita (ks. luku 4). Tapaustutkimus toteutettiin tutkimushaastatteluna, sillä tutkimuksessa oltiin kiinnostuneita, millaiset visualisoinnit, ja siitä miksi juuri nämä visualisoinnit kiinnostavat oppilaita. Haastattelu mahdollistaa tarkentavien kysymyksen tekemisen sekä tämän avulla vältetään tyhjen vastauksien saaminen, mikä olisi mahdollista tutkimuslomakkeita käytettäessä. (Cohen et al. 2007; Hirsjärvi & Hurme, 2000)

5.4.1 Tutkimushaastattelu

Aineiston keräysmenetelmäksi valittiin tutkimushaastattelu, sillä kyseessä on vähän tutkittu aihealue ja haluttiin saada mahdollisimman laajoja vastauksia. Haastattelun aikana tutkijan on mahdollista pyytää selvempiä vastauksia tai esittää tarkentavia kysymyksiä. Haastattelun luotettavuuden ja laadukkuuden kannalta on tärkeää, että tehdään hyvä haastattelurunko. Haastattelukysymyksen ja teemoja syventävät kysymykset on hyvä

mieltä etukäteen. (Hirsjärvi & Hurme, 2000) Tutkimushaastattelun avulla saadaan tuotettua erilaista tietoa. Sen avulla aineisto voi antaa realistisen näkemyksen ja heijastaa haastattelun ulkopuolista totuutta tai aineisto voi antaa idealistisen näkemyksen, jolloin todellisuus rakentuu haastattelunvuorovaikutuksena. (Ruusuvaori & Tiittula, 2005)

Tässä tutkimuksessa oltiin kiinnostuneita, millaiset nanoteknologian visualisoinnit kiinnostavat oppilaita, ja siitä miksi juuri nämä visualisoinnit kiinnostavat. Haastattelumenetelmänä käytettiin teemahaastattelua, joka on puolistrukturoitu haastattelumenetelmä. Puolistrukturoidulle haastattelumenetelmälle tyypillistä on, että haastateltavat ovat kokeneet, jonkin tietyn tilanteen. Tässä tutkimuksessa tapauksessa he olivat kaikki katsoneet samat nanoteknologian opetusvideot. Teoreettisen ongelmanalyysin pohjalta oltiin kiinnostuneita kehitetyn nanoteknologian visualisointien kiinnostavuudesta, joten haastattelurunko kehitettiin sen pohjalta. Tutkijan tavoitteena tutkimushaastattelun avulla on tuoda esille kuvaa haastateltavan ajatuksista ja käsityksistä. (Hirsjärvi & Hurme, 2000)

Haastattelu tehtiin yksilöhaastatteluna videoiden katselun jälkeen. Mukana haastattelijalla oli haastattelussa videoilla esiintyneen visualisoinnit kuvina (Liite 1), jotka esitettiin visualisointeihin liittyvien kysymysten aikana. Haastattelukysymykset tulee olla selviä ja lyhyitä (Liite 2). Tyypiltään kysymyksiä on kahta laatua temaattisia ja dynaamisia. Temaattisten kysymysten avulla saadaan vastauksia liittyen haastattelun pääaiheeseen ja dynaamisten kysymysten avulla pidetään yllä haastattelua. (Hirsjärvi & Hurme, 2000)

Haastattelutilanne aloitettiin kysymyksellä, mitä nanoteknologian videoista jäi mieleen. Tämän kysymyksen avulla haluttiin päästä haastattelussa alkuun, sillä haastattelu on kahden ihmisen vuoropuhelua. Seuraavilla kysymyksillä menttiin syvemmälle tutkimuksen tarkoituksen kannalta ja kysyttiin, mitkä nanoteknologian visualisoinneista kiinnosti opiskelijoita. (Hirsjärvi & Hurme, 2000) Tuloksien luotettavuuden kannalta on tärkeää, että kysymykset ovat suoria eivätkä ohjaile tutkimuksen tuloksia haluttuun suuntaan (Cohen et al. 2007).

Tutkimuksessa haastateltiin neljä opiskelijaa, jolloin saatiin vastauksia muodostettaviin alaluokkiin enemmän kuin yksi. Jos haastattelujen edetessä alaluokkia olisi muodostunut, enemmän ja neljältä henkilöltä ei olisi saatu tarpeeksi vastauksia, olisi haastatteluja

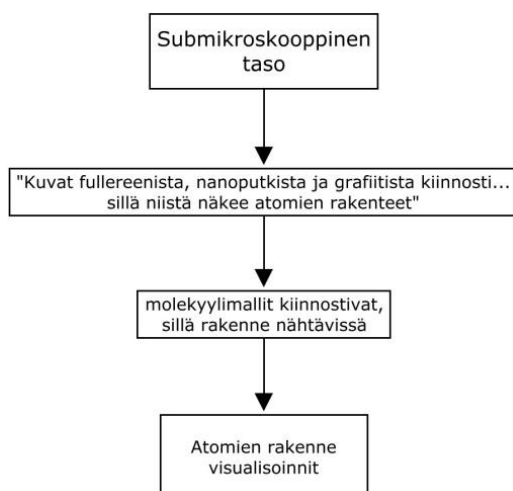
jatkettu. Haastattelun tulokset litteroitiin eli muutettiin kirjoitettuun muotoon. Litterointi tehtiin tutkimuksen tarkkuuden ja tavoitteen mukaisesti. (Hirsjärvi & Hurme, 2000; Ruusuvuori & Tiittula, 2005)

5.4.2 Teorialähtöinen sisällönanalyysi

Tutkimuksen sisällönanalyysi tehtiin käyttäen teorialähtöistä analyysimallia. Teoreettisessa ongelma-analyysissä tutustuttiin teorioihin ja malleihin, josta kuvailtiin kiinnostavat käsitteet. Teorialähtöistä sisällönanalyysiä käytettäessä tutkimuksessa tutkittava ilmiö on jo ennalta tunnettu ja tämä ohjaa aineiston analyysiä. (Tuomi & Sarajärvi, 2011)

Tutkimuksessa testattiin jo tunnettua teoriaa uudessa kontekstissa. Teoreettisessa ongelma-analyysissä tutustuttiin teoriaan ja hahmoteltiin kategorioita jo valmiiksi. Teorialähtöisessä sisällönanalyysissä aineiston luokittelu perustuu teoreettiseen ongelma-analyysiin. Sisällöstä muodostetaan ensin analyysirunko, joka voi olla hyvin väljä. Litteroidusta aineistosta kerättiin ne asiat, jotka kuuluivat analyysirunkoon. (Tuomi & Sarajärvi, 2011)

Kuvassa 20 on kuvattu tutkimuksessa käytetty analyysirunko. Analyysirunko jakautuu yläluokkaan, alkuperäiseen ilmaukseen, pelkistettyyn ilmaukseen ja alaluokkaan. Analyysirunko esitetään kokonaisuudessaan liitteenä (Liite 3). Tässä tutkimuksessa yläluokat, joihin vastaukset luokiteltiin, ovat makrotaso, symbolinen taso ja submikroskooppinen taso. (Tuomi & Sarajärvi, 2011)



Kuva 20. Analyysirunko.

Yläluokka on osa tieteelliseen teoriaan perustuvaa tietoa. Sisällönanalyysissä haastatteluiden vastaukset luokitellaan tieteellisen tiedon mukaan. Tämän pohjalta lausumista saadaan muodostettua alaluokkia, jotka kuvaavat oppilaiden kiinnostusta nanoteknologian visualisointeja kohtaan. (Tuomi & Sarajärvi, 2011)

5.4.3 Tulokset

Teoreettisen sisällönanalyysin yläluokat olivat makrotaso, symbolinen taso ja submikroskooppinen taso. Näistä yläluokista opiskelijoiden vastauksien perusteella johdettiin alaluokat: nanoteknologian kokoluokan visualisoinnit, nanoteknologian rakennevisualisoinnit sekä arkielämän ja sovelluksien visualisoinnit. Taulukkoon 1 kerättiin haastattelussa esiintyneiden vastauksien määrä yläluokittain sekä alaluokkien vastauksien määrät.

Taulukko 1. Sisällönanalyysin ylä- ja alaluokat sekä frekvenssit.

Yläluokka	Frekvenssi	Alaluokka	Frekvenssi
Makrotaso	5	Nanoteknologian kokoluokan visualisoinnit	2
Symbolinen taso	2	Nanoteknologian rakennevisualisoinnit	2
Submikroskooppinen taso	1	Arkielämän visualisoinnit	4

Kiinnostavina pidettiin kuvaa, joka selventää nanotieteiden kokoluokkaa. Kuvassa on fullereeni, jalkapallo ja maapallon ja tarkoituksena on auttaa hahmottamaan niiden kokoluokkaa (ks. Kuva 12).

”Kuvista kiinnostavin oli jalkapallo kuva, jossa selitettiin kokoluokkaa... Auttoi ymmärtämään nanometrinen todellisen koon.”

Haastateltava 3

”Kuva fullereenista, jalkapallosta ja maapallosta oli hyvä, sillä se auttoi käsittämään kokoluokkaa ja todella ymmärtämään, kuinka pieni yksi nanometri on”

Haastateltava 4

Kokoluokkaa koskevaa visualisointia pidettiin kiinnostava, sillä se auttoi hahmottamaan paremmin kokoluokkaa ja sen avulla hahmotti, kuinka pieni nanometri on. Oppilaita kiinnostavat atomien rakenteisiin liittyvät visualisoinnit.

”Kuvat fullereenista, nanoputkista ja grafiitista kiinnosti, sillä niistä näkee atomien rakenteet.”

Haastateltava 1

”Kuva, missä on fullereeni, nanoputki ja grafiitti, sillä näkee atomien sitoutumiset ja, miten nanoputkia voisi tehdä grafiitista.”

Haastateltava 2

Rakenteeseen liittyvät visualisoinnit kiinnostivat oppilaita, sillä niistä pystyy näkemään, miten molekyylit rakentuvat sekä osasivat hahmottaa rakenteiden myös olevan samankaltaisia. Oppilaita kiinnostivat myös erilaiset arkielämään ja sovelluksiin liittyvät visualisoinnit. Arkielämän visualisoinneista nousi esille tuotteet, joita oppilailla on jo itsellä käytössä. Aurinkokennoon liittyvät visualisoinnit kiinnostivat myös, sillä siitä sai uutta tietoa sähkön tuotannosta.

”Miten nanoteknologiaa käytetään arkipäivän askareissa ja tuotteissa. Jäivät mieleen sillä ne ovat itsellä käytössä ja on tuttuja.”

Haastateltava 1

”Nanoteknologian tuotteita, lähinnä elektroniikka, sillä ne ovat itselle tuttuja.”

Haastateltava 2

”Aurinkokenno kuva oli hyvä.. en tiennyt aikaisemmin, miten niistä saadaan sähköä.”

Haastateltava 3

”Nanoturvallisuus aiheena on kiinnostava, kun itsellä on nanotuotteita käytössä”

Haastateltava 4

Nanoteknologian tuotteet ja sovellukset ja tuotteet kiinnostivat, sillä ne olivat tuttuja tuotteita ja oppilaat käyttivät niitä. Nanoturvallisuus koettiin myös kiinnostava aiheena, sillä se liittyy käytettäviin tuotteisiin. Opiskelijat nostivat myös esille videoissa käytetyt käsitekartat, jotka koettiin mielekkäiksi sillä niitä oli helppo seurata ja auttoivat kokoamaan videossa esitetyt asiat.

”Käsitekartat oli kans hyvät ku niitä oli helppo seurata ja ne selitettiin sanojen muodossa.”

Haastateltava 3

”Käsitekartta lopussa auttoi kokoamaan auttoi kokoamaan aurinkopaneelin hyvät puolet.”

Haastateltava 2

5.4.4 Tulosten luotettavuus

Kehittämistutkimuksen luotettavuuden kannalta kehittämisprosessissa tehdyt kehittämispäätökset perusteltiin yksityiskohtaisesti. Tämä mahdollistaa tutkimuksen toistettavuuden, tulosten luotettavuuden ja puolueettoman analysoinnin sekä arvioinnin. (Edelson, 2002)

Laadullisessa tutkimuksessa luotettavuustarkastelussa käytetään usein Lincolnin ja Cuban luokittelua: uskottavuus, siirrettävyys, luotettavuus ja vahvistettavuus. Kehittämistutkimukselle on myös omat luotettavuuskriteerit, joihin luokittelua voidaan verrata. Uskottavuuden kannalta kehittämistuloksena saatiin kehitettyä uusi materiaali opettajien käyttöön sekä malli opetusvideoiden tekoon. Siirrettävyyden kannalta opetusmateriaali on helposti saatavilla ja integroitavissa opetussuunnitelmiin. Luotettavuuden ja vahvistettavuuden kannalta kehittäminen oli syklittäistä ja sisälsi materiaalin testaamista ja arviointia. Lisäksi kehittämiskuvaus on vahvistettavuuden kannalta raportoitu tarkasti. (Tuomi & Sarajärvi, 2011; Design-Based Research Collective, 2003)

Tapaustutkimus tehtiin tutkimushaastatteluna. Haastattelututkimuksen luotettavuuden kannalta on tärkeää, että saadut vastaukset eivät ole riippuvaisia haastattelun tekijästä eli toinen haastattelija saisi myös samat vastaukset. Haastatteluun opiskelijat osallistuivat vapaaehtoisesti ja ennen haastattelua heille kerrottiin, mistä tutkimuksessa oli kyseessä ja pyydettiin vastaamaan kysymyksiin rehellisesti sekä kerrottiin, että tulokset julkaistaan nimettöminä. (Hirsjärvi & Hurme, 2000)

Tapaustutkimuksen tulokset analysoitiin teorialähtöisen sisällönanalyysin avulla. Tuloksissa yläluokkiin sijoitettiin tutkimuksessa saadut vastaukset ja niistä johdettiin alaluokkia. Tutkimuksessa on raportoitu oppilaiden litteroidut vastaukset sekä niistä johdetut alaluokat (Liite 3). Opiskelijat nimettiin haastateltava 1-4, jotta vastauksien vertaileminen oli mahdollista. Laadullisen tutkimuksen luotettavuuden tarkasteluun ei ole olemassa yksiselitteisiä ohjeita. Tärkeää tutkimuksen raportoinnissa on yksityiskohtainen ja objektiivinen raportointi, tulosten analysointi ja arviointi. Laadullisessa tutkimuksessa on tärkeää muistaa tutkimuksen kohde ja tarkoitus. Neljällä haastateltavalla tuloksista

saatiin johdettua alaluokat, jotka esiintyivät vastauksessa vähintään kaksi kertaa. (Cohen et al. 2007)

6 Jatkokehittäminen: Nanoteknologian opetusvideoita tukevat oppimistehtävät

Tulosten pohjalta suunniteltiin videoihin liittyvät oppimistehtävät. Oppimistehtävien aiheet valittiin kiinnostuksen kohteiden pohjalta. Ensimmäinen videon aihe liittyy nanotieteen ja nanoteknologian kokoluokkaan ja sen mallintamiseen. Kiinnostava koettiin fullereenin ja nanoputkien rakenteet, joten ensimmäinen oppimistehtävä liittyy näiden rakenteen hahmottamiseen.

Aikaisemmassa tutkimuksessa on todettu, että opiskelijat pitävät opetusvideoiden käytöstä. Opetusvideoilla täytyy kuitenkin olla oppimispäämäärä. Oppimistehtävien tavoitteena on tukea opetusvideoista oppimista ja käsitteiden ymmärtämistä sekä kiinnostusta kemian opintoihin. Opiskelijat kokivat myös positiivisena, kun oppimistehtävissä rohkaistiin puhumaan. Oppimistehtävien tavoitteena on kannustaa oppilaita puhumaan nanoteknologian aiheista. (Mitra et al. 2010)

Oppimistehtävä 1

Hahmottele paperille kiinteän hiilen erilaisien esiintymismuotojen rakenteita.

1. Miten hiiliatomit ovat sitoutuneet toisiinsa?
2. Miten rakenteet eroavat toisistaan?

Toisessa videossa käsitellään aurinkokennojen rakennetta, joka aiheena koettiin myös kiinnostavana. Oppimistehtävä liittyykin aurinkopaneelien käyttöön, joka voidaan tehdä pareittain tai pienissä ryhmissä ja tehtävänä on miettiä aurinkopaneelien käyttöä.

Oppimistehtävä 2

Mieti parisi kanssa vastaukset seuraaviin kysymyksiin.

1. Missä olet nähnyt aurinkopaneeleja käytettävän?
2. Miten ja missä aurinkopaneelien käyttöä voisi lisätä?

Kolmannessa videossa käsitellään nanoteknologian tuotteita ja niiden turvallisuutta. Nanoteknologian tuotteet ja turvallisuus koettiin mielenkiintoisina aiheina, sillä tuotteita on usein itsellä käytössä. Kolmantena oppimistehtävänä pohditaan pareittain tai pienissä ryhmissä, missä nanoteknologian tuotteita on käytössä ja mitä haittaa niiden käytöstä voisi olla.

Oppimistehtävä 3

Mieti parisi kanssa vastaukset seuraaviin kysymyksiin?

1. Missä tiedät nanoteknologian tuotteita olevan käytössä?
2. Millaista haittaa ihmiselle ja ympäristölle niistä voisi koitua?

Oppimistehtävät löytyvät kokonaisuudessaan liitteistä (Liite 4). Opetusmateriaali videoineen ja oppimistehtävineen suunniteltiin 45 minuutin oppitunnille. Opetusmateriaalia voi käyttää kahdella eri tavalla. Katsotaan video ja tehdään siihen liittyvät oppimistehtävät tai katsotaan aluksi kaikki videot ja tehdään niihin liittyvät oppimistehtävät. Oppimistehtävien avulla opettaja pystyy arvioimaan myös oppilaiden oppimista.

Materiaalin julkaiseminen blogissa mahdollistaa myös itsenäisen pari- tai ryhmätyöskentelyn. Opettaja voi antaa oppilaille osoitteen ja he työskentelevät itsenäisesti. Tämä mahdollistaa sen, että oppilaat voivat edetä omassa tahdissa. Lopuksi oppimistehtävät voidaan käydä yhdessä läpi, jolloin opettaja pystyy arvioimaan, miten oppilaat suoriutuivat tehtävästä.

7 Johtopäätökset ja pohdinta

Tutkimuksen tarkoituksena oli kehittää kiinnostava nanoteknologian opetusmateriaali aikaisemman nanoteknologian opetuksen tutkimuksen pohjalta (ks. luku 7.1). Tutkimuksessa tutkittiin myös millaiset nanoteknologian visualisoinnit kiinnostavat opiskelijoita, ja sitä miksi videoissa esiintyvät visualisoinnit ovat kiinnostavia (ks. luku 7.2)

7.1 Kiinnostava nanoteknologian opetusmateriaali

Teoreettisen ongelma-analyysin avulla saatiin vastaus ensimmäiseen tutkimuskysymykseen eli millainen on oppilaita kiinnostava nanoteknologian visuaalinen opetusmateriaali. Aikaisemman tutkimuksen perusteella havaittiin, että opiskelijoita kiinnostavat arkielämän esimerkit ja visualisoinnit. Nanoteknologian opetuksen tutkimus on uutta ja sen kannalta on tärkeää, että määritellään käsitteet nanotiede ja nanoteknologia (O'Connor & Hayden, 2008). Nanoteknologian kokoluokka poikkeaa siten, että ilmiöt tapahtuvat atomien tasolla. Nanoteknologian kokoluokan ymmärtäminen ja hahmottaminen on myös tärkeää, sillä ilmiöt eivät ole silmin nähtävissä. (Tretter, 2006)

Oppilaiden tilannekohtainen kiinnostus voi pitkän ja sinnikkään kehityksen kautta muuttua henkilökohtaiseksi kiinnostukseksi (Hidi & Renninger, 2006). Nanoteknologian konteksti tarjoaa kiinnostavan aiheen kemian opiskeluun, sillä se olisi integroitavissa perusopetuksen opetussuunnitelman perusteisiin (POPS, 2004). Nanoteknologian opetusvideoiden aiheiksi valittiin alueet, joita oppilaat ovat myös kokeneet kiinnostaviksi, eli ympäristöön ja teknologiaan liittyvät aihealueet (Lavonen et al. 2008)

Tutkimuskirjallisuudessa on todettu, että oppilaita kiinnostavat nanoteknologian opetusmateriaalit, jotka sisältävät arkielämän esimerkkejä ja nanoteknologiaan liittyviä visualisointeja (esim. O'Connor & Hayden, 2008). Opettajat ovat myös sitä mieltä, että nanoteknologian opetus tulisi integroida kemian, fysiikan, matematiikan ja biologian opintoihin. Opettajien mielestä oppilaat tarvitsevat yleissivistävää tietoa liittyen muun muassa nanotuotteisiin ja sovelluksiin. Tärkeimmiksi tuotteiksi ja sovelluksiksi mainittiin lääketieteen ja elektroniikan tuotteet sekä erilaiset pinnoitteet. (Laherto, 2011)

Kemian videoiden visualisoinneissa otettiin huomioon kemian tiedon esittämisen kolme tasoa. Kemian malleja ja visualisointeja voidaan esittää kolmella eri tasolla, submikroskooppisella tasolla, symbolisella tasolla ja makrotasolla (Johstone, 1993). Nanoteknologian visuaalinen materiaali suunniteltiin näitä tasoja ja aikaisempaa tutkimusta nanoteknologian opetuksesta hyväksi käyttäen. Videolla esiintyvät kuvat valittiin siten, että ne kuvaavat kemian mallien eri tasoja. Kuva voi olla esimerkiksi makrotason tuotteesta tai submikrooppisella tasolla molekyylin rakenteesta.

Teoreettinen ongelma-analyysi loi pohjan ja tavoitteet videoiden suunnittelulle. Videoiden suunnittelussa otettiin huomioon yhdeksän tavoitetta (ks. luku 4), jotka koskivat nanotieteen ja nanoteknologian opetuksen keskeisimpiä sisältöjä tuoden esiin arkielämän kontekstin, nanoturvallisuuden sekä materiaalin integroitavuuden yläkouluun. Visuaalisen materiaalin luonnissa otettiin huomioon kiinnostuksen herättäminen kemian opintoja kohtaan, kemian mallien eri tasot ja visuaalisen materiaalin kehittämisen hyödyt ja haasteet.

7.2 Kiinnostus nanoteknologian visualisointeja kohtaan

Opetusmateriaalin arvioinnissa saatujen tulosten pohjalta havaittiin, että opiskelijoita kiinnostivat nanoteknologian visualisoinnit, jotka liittyivät nanotieteen ja nanoteknologian kokoluokkaan. Aikaisemmassa tutkimuksessa samanlaisia tuloksia havaitsivat myös (O'Connor & Hayden, 2008; Tretter, 2006), joka kehitti materiaaleja nanokokoluokan käsittelemiseen. Stevens et al. (2007) luokittelivat myös nanokokoluokan yhdeksi nanotieteen kannalta tärkeäksi käsitteeksi. Tutkimustuloksien nähdään siis olevan samassa linjassa aikaisempien tutkimuksien kanssa.

Nanokokoluokan ymmärtäminen on tärkeää. Perinteisesti kemia tutkii molekyyllitason ilmiöitä, mutta nykyään ollaan kiinnostuneita atomitason ilmiöistä (Shew, 2008). Videossa esiintyi kuva fullereenista, jalkapallosta ja maapallosta. Tässä tutkimuksessa todettiin tämän visualisoinnin kiinnostavan opiskelijoita. Opiskelijat kertoivat kiinnostavuuden syiksi, että se auttoi hahmottamaan nanotieteen ja nanoteknologian kokoluokkaa ja ymmärtämään, kuinka pieni yksi nanometri on. O'Connor & Hayden (2008) havaitsivat

myös tutkimuksessaan, että tunnilla käytetyt visualisoinnit, kuten animaatiot tekivät käsitteiden hahmottamisesta helpompaa.

Opiskelijoita kiinnostivat myös visualisoinnit, josta pystyi hahmottamaan molekyylin rakenteen. Videossa oli kuva fullereenin, nanoputken ja grafiitin rakenteesta. O'Connor & Hayden (2008) ovat tutkimuksessaan tuoneet nanoteknologian opetukseen erilaisia konteksteja. Yksi aihe heillä oli nanomateriaalit, kuten fullereenit ja nanoputket. Tutkimuksessaan he myös havaitsivat, että opiskelijat muistivat luennoilta kuvat fullereenista ja nanoputkista. Tässä tutkimuksessa ilmeni myös, että fullereenin, nanoputkien ja grafiitin molekyylimallit kiinnostivat. Rakennevisualisoinnit kiinnostivat opiskelijoita, sillä niistä pystyi näkemään, miten atomit sitoutuivat ja aineen rakenteen.

Tässä tutkimuksessa havaittiin myös, että opiskelijoita kiinnostivat arkielämään ja sovelluksiin liittyvät nanoteknologian visualisoinnit. Nämä visualisoinnit kiinnostivat, sillä heillä oli jo kyseisiä sovelluksia käytössä tai aihealueen tarjotessa heille uutta tietoa. Videossa kiinnostivat aurinkokennot, ja miten niiden avulla saadaan tuotettua sähköä. Aihe kiinnosti opiskelijoita, sillä he saivat siitä uutta tietoa. Nanoteknologian tuotteet ja nanoturvallisuus koettiin myös kiinnostava aiheena. Tämäkin yhdistettiin siihen, että tuotteita oli jo mahdollisesti itsellä käytössä.

O'Connor & Hayden (2008) havaitsivat myös, että opiskelijoista oli kiinnostavaa tietää, mitä nanoteknologia on, ja missä sitä hyödynnetään. Kiinnostavina nanoteknologian sovelluksina pidettiin nanoelektroniikkaa, nanolääkkeitä ja nanopinnoitteita. Aikaisempi tutkimuskirjallisuus on linjassa myös tämän tutkimuksen kanssa, sillä opiskelijoita kiinnostivat erilaiset nanoteknologian sovellukset sekä arkipäivään liittyvät visualisoinnit.

Opiskelijat mainitsivat myös videoilla käytetyt käsitekartat, jotka kiinnostivat sillä ne kokosivat videolla esitettyä tietoa ja olivat helppoja seurata. Aikaisemmassa tutkimuksessa (Mitra et al. 2010) on todettu visuaalisen ja sanallisen informaation yhdessä kohottavan oppimistuloksia. Käsitekartat ovat yksi vaihtoehto sanallisen informaation esittämiseen.

7.3 Tutkimuksen merkitys

Tutkimuksessa kehitettiin uusi nanoteknologian opetusmateriaali, joka on integroitavissa kemian opetukseen yläasteella sekä ammatilliseen koulutukseen. Nanoteknologian opetus olisi hyödyllistä luonnontieteellisen lukutaidon kehittymisen kannalta. Tutkimuksen tavoitteena oli luoda kiinnostava nanoteknologian opetusmateriaali, jota myös luonnontieteiden opettajat kaipasivat. Nanolukutaidon kehittyessä oppilaat osaavat tehdä oikeita valintoja liittyen nanoteknologian sovelluksiin sekä voivat osallistua yhteiskunnalliseen päätöksen tekoon. (Laherto, 2011).

Materiaalin suunnittelussa otettiin huomioon aikaisempi tutkimus, josta poimittiin nanoteknologian kiinnostavat ja keskeiset aihealueet (O'Connor & Hayden, 2008; Stevens et al. 2007; Gardner et al. 2010). Aikaisemmassa tutkimuksessa selvisi, että oppilaita kiinnostavat nanoteknologian visualisoinnit, joten nanoteknologian opetusmateriaali luotiin visuaaliseen muotoon (O'Connor & Hayden, 2008). Kemian mallien ja visualisointien käytössä tietoa esitetään kolmella eri tasolla: makrotasolla, symbolitasolla ja submikroskooppisella tasolla. Kemian mallien tasot näkyvät laadituissa opetusvideoissa. (Johnstone, 1993)

Tutkimuksessa ohjelmistoiksi valittiin ilmaisohjelmistoja, jolloin videoiden tekeminen on kaikille mahdollista. Tutkimus tarjoaa myös mallin ja ohjeet muiden opetusvideoiden tekemiseen. Opetusmateriaaliksi laadittiin kolme videota ja oppimistehtävät. Oppimistehtävien tarkoituksena on tutustua tarkemmin videolla esitettyihin käsitteisiin ja malleihin sekä kehittää kiinnostusta kemian opintoihin. Oppimistehtävien tavoitteena on kehittää oppilaiden kiinnostusta nanotieteitä ja nanoteknologiaa kohtaan sekä kemian opintoja kohtaan. Niiden avulla opettaja voi myös arvioida oppimista. Opetusmateriaali on suunniteltu 45 minuutin oppitunnille, mutta on oppilaiden kiinnostuksesta kiinni, kuinka paljon aikaa oppimistehtävien tekoon menee.

Opetusmateriaalia voi käyttää kahdella eri tavalla 1) katsotaan video ja tehdään siihen liittyvät oppimistehtävät tai 2) katsotaan kaikki videot ja tehdään sen jälkeen niihin liittyvät tehtävät. Opetusvideot on suunniteltu lyhyiksi tietoisuuksiksi, joiden tavoitteena on tuoda esille tärkeimmät käsitteet ja vangita oppilaiden kiinnostus aiheeseen.

Tutkimuksessa todettiin, että oppilaita kiinnostavat nanoteknologian kokoluokkaan, rakenteisiin ja sovelluksiin liittyvät visualisoinnit. Nämä visualisoinnit kiinnostivat sillä ne auttavat hahmottamaan kokoluokkaa ja rakenteita sekä liittyvät arkipäiväiseen elämään. Tutkimuksessa saatiin myös selville, miksi kyseinen materiaali kiinnostaa oppilaita. Tutkimus toteutettiin laadullisena tapaustutkimuksena pienelle otokselle, joten tulokset ovat suuntaa antavia. Tapaustutkimuksen avulla pyrittiin myös selvittämään, onko kyseistä tutkimusmenetelmää mahdollista käyttää jatkotutkimuksissa. Jatkotutkimuksissa tutkimus tehdään suuremmalle otokselle, jotta tulokset olisivat yleistettävissä. Tutkimuksessa havaittiin, että opiskelijat pitävät aihetta kiinnostava ja nanotuotteiden määrä arkielämässä tulee kasvamaan, joten niiden tuntemustakin tarvitaan. Nanoteknologiaan liittyvä jatkotutkimus olisikin tärkeää, sillä tutkimuksissa on saatu hyviä tuloksia.

Lähteet

- Ambrogio, P., Caselli, M., Montalti, M. & Venturi, M. (2008). Make sense of nanochemistry and nanotechnology. *Chemistry Education Research and Practice*, 9(1), 5-10.
- Asmatulu, R., Asmatulu, E. & Yourdkhani, A. (2009). Importance of nanosafety in engineering education. *ASEE Midwest Conference*, Lincoln, NB. 1.
- Asmatulu, R., Asmatulu, E. & Zhang, B. (2010). Nanotechnology and nanoethics in engineering education. *ASEE Midwest Conference*, Lawrence, KS. 1.
- Berk, R.A. (2009). Multimedia teaching with video clips; TV, movies, YouTube, and mtvU in the college classroom. *International Journal of Technology in Teaching and Learning*, 5(1), 1-21.
- Blonder, R. (2011). The story of nanomaterials in modern technology: An advanced course for chemistry teachers. *Journal of Chemical Education*, 88(1), 49-52.
- Case, P. & Hino, J. (2010). A powerful teaching tool: Self-produced videos. *Journal of Extension*, 48(1). <http://www.joe.org/joe/2010february/tt3.php>, luettu 16.5.2012.
- Catchpole, K.R. (2006). Nanostructures in photovoltaics. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 364(1849), 3493-3503.
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2007). *Research methods in education* (6. painos). Oxon: Routledge.

- Collins, A., Joseph, D. & Bielaczyc, K. (2004). Design research: Theoretical and methodological issues. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 15-42.
- Cox, J.R. (2011). Enhancing student interactions with the instructor and content using pen-based technology, YouTube videos, and virtual conferencing. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 39(1), 4-9.
- Design-Based Research Collective. (2003). Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5-8.
- Edelson, D.C. (2002). Design research: What we learn when we engage in design. *Journal of the Learning Science*, 11(1), 105-121.
- Ernst, J.V. (2009). Nanotechnology education: Contemporary content and approaches. *Journal of Technology Studies*, 35(1), 3-8.
- Feather, J.L. & Anzar, M.F. (2011). *Nanoscience education, workforce training, and K-12 resources*. Florida: CRC Press, Taylor & Francis Group.
- Gardner, G., Jones, G., Taylor, A., Forrester, J. & Robertson, L. (2010). Student's Risk Perceptions of Nanotechnology Applications: Implications for science education. *International Journal of Science Education*, 32(14), 1951-1969.
- Habraken, C.L. (2003). Integrating into chemistry teaching today's student's visuospatial talents and skills, and the teaching of today's chemistry's graphical language. *Journal of Science Education and Technology*, 13(1), 89-94.

- Hart, J. (2011). Centre for Learning and Performance Technologies,
<http://www.c4lpt.co.uk/blog/2011/11/14/2011-top-100-tools-list-and-presentation-finalised/1/>, luettu 9.5.2012
- Hidi, S. & Renninger, K. A. (2006). The four-phase model of interest development.
Educational Psychologist, 41(2), 111-127.
- Hirsjärvi, S. & Hurme, H. (2000). *Tutkimushaastattelu: Teemahaastattelun teoria ja käytöntä*. Helsinki: Unigrafia Oy.
- Holbrook, J. & Rannikmae, M. (2009). The meaning of scientific literacy. *International Journal of Environmental and Science Education*, 4(3), 275-288.
- Johnstone, A.H. (1993). The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. *Journal of Chemical Education*, 70(9), 701-704.
- Jones, T. & Cuthrell, K. (2011). YouTube: Educational potentials and pitfalls. *Computers in the Schools*, 28(1), 75-85.
- Krajcik, J.S. & Sutherland, L.M. (2010). Supporting students in developing literacy in science. *Science*, 328(5977), 456-459.
- Krapp, A. & Prenzel, M. (2011). Research on interest in science: Theories, methods, and findings. *International Journal of Science Education*, 33(1), 27-50.
- Kolehmainen, K. (2011). Kandidaatin tutkielma, Nanoteknologian aurinkokennoissa, Kemiaopettajankoulutusyksikkö, Kemia laitosp, Helsingin Yliopisto.
<http://www.helsinki.fi/kemia/opettaja/ont/kolehmainen-k-2011.pdf>, luettu 16.5.2012.

- Kumar, D.D. (2010). Approaches to interactive video anchors in problem-based science learning. *Journal of Science Education and Technology*, 19(1), 13-19.
- Laherto, A. (2011). Incorporating nanoscale science and technology into secondary school curriculum: Views of nano-trained science teachers. *NorDiNa - Nordic Studies in Science Education*, 7(2), 126-139.
- Laherto, A. (2010). An analysis of the educational significance of nanoscience and nanotechnology in scientific and technological literacy. *Science Education International*, 21(3), 160-175.
- Laroche, L.H., Wulfsberg, G. & Young, B. (2003). Discovery videos: A safe, tested, time-efficient way to incorporate discovery-laboratory experiments into the classroom. *Journal of Chemical Education*, 80(8), 962-66.
- Lavonen, J., Byman, R., Uitto, A., Juuti, K. & Meisalo, V. (2008). Students' interest and experiences in physics and chemistry related themes: Reflections based on a ROSE-survey in finland. *Themes in Science and Technology Education*, 1(1), 7-36.
- Lawson, T.J., Bodle, J.H. & McDonough, T.A. (2007). Methods & techniques: Techniques for increasing student learning from educational videos: Notes versus guiding questions. *Teaching of Psychology*, 34(2), 90-93.
- Lindell, A., Latvala, A. & Viiri, J. (2010). Nanotieteen kurssi lukiolaisille aineenopettaopiskelijoiden avulla. Teoksessa Aksela, M., Pernaa, J. & Rukajärvi-Saarela, M. (Toim.), *Tutkiva lähestymistapa kemian opetukseen: V valtakunnalliset kemian opetuksen päivät -symposiumkirja*. (s. 186-197). Helsinki: Unigrafia Oy.

- Lu, K. (2009). A study of engineering freshmen regarding nanotechnology understanding. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 10(1), 7-16.
- Mitra, B., Lewin-Jones, J., Barrett, H. & Williamson, S. (2010). The use of video to enable deep learning. *Research in Post-Compulsory Education*, 15(4), 405-414.
- Mortimer, R.J. & Worrall, D.R. (2007). Harnessing solar energy with Grätzel cells, <http://www.rsc.org/Education/EiC/issues/2007Sept/HarnessingSolarEnergyGratzelCells.asp>, luettu 16.5.2012.
- Nazeeruddin, M.K., Baranoff, E. & Graetzel, M. (2011). Dye-sensitized solar cells: A brief overview. *Solar Energy*, 85(6), 1172-1178.
- O'Connor, C. & Hayden, H. (2008). Contextualising nanotechnology in chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 9(1), 35-42.
- OECD. (2007). Organisation for Economic Cooperation and Development. Assessing scientific, reading and mathematical literacy: A framework for PISA 2006.
- Pace, B.G. & Jones, L.C. (2009). Teaching with web-based videos: Helping students grasp the science in popular online resources. *Science Teacher*, 76(1), 47-50.
- Pekdag, B. & Le Marechal, J. (2010). Movies in chemistry education. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 11(1), 1-19.
- Poole Jr, C.P. & Owens, F.J. (2003). *Introduction to nanotechnology*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- POPS (2004). *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet*. Vammala: Vammalan kirjapaino Oy.

- Raivio, T., Pessala, P., Aho, J., Pursula, T., Pathan, A., Teräs, J. & Hämeri, K. (2010). *From spearheads to hunting: Evaluation of nano programmes in finland*. Helsinki: Tekes programme report.
- Rickerby, D.G. & Morrison, M. (2007). Nanotechnology and the environment: A european perspective. *Science and Technology of Advanced Materials*, 8, 19-24.
- Shah, A., Torres, P., Tscharnner, R., Wyrsh, N. & Keppner, H. (1999). Photovoltaic technology: The case for thin-film solar cells. *Science*, 285(5428), 692-698.
- Shew, A. (2008). Nanotech's history: An interesting, interdisciplinary, ideological split. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 28(5), 390-399.
- Sobolev, K. & Gutiérrez, M.F. (2005). How nanotechnology can change the concrete world. *American Ceramic Society Bulletin*, 84(10), 14-18.
- Stevens, S.Y., Sutherland, L., Schank, P. & Krajcik, J. (2007). *The big ideas of nanoscience*, <http://hice.org/projects/nano/index.html>. luettu 16.5.2012.
- Tiittula, L. & Ruusuvuori, J. (2005) Johdanto. Teoksessa Ruusuvuori, J. & Tiittula, L. (toim.), *Haastattelu: Tutkimus, tilanteet ja vuorovaikutus* (s.9-21). Tampere: Vastapaino.
- Tretter, T. (2006). Conceptualizing nanoscale. *Science Teacher*, 73(9), 50-53.
- Tuomi, J., & Sarajärvi, A. (2011). *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*, (8 painos.), Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.
- Uddin, M. & Chowdury, A. (2001). Integration of nanotechnology into the undergraduate engineering curriculum, *International Conference on Engineering Education*, 8B2-6.

Walters, K.A. & Bullen H.A. (2008). Development of a nanomaterials one -week intersession course. *Journal of Chemical Education*, 85(10), 1406- 1409.

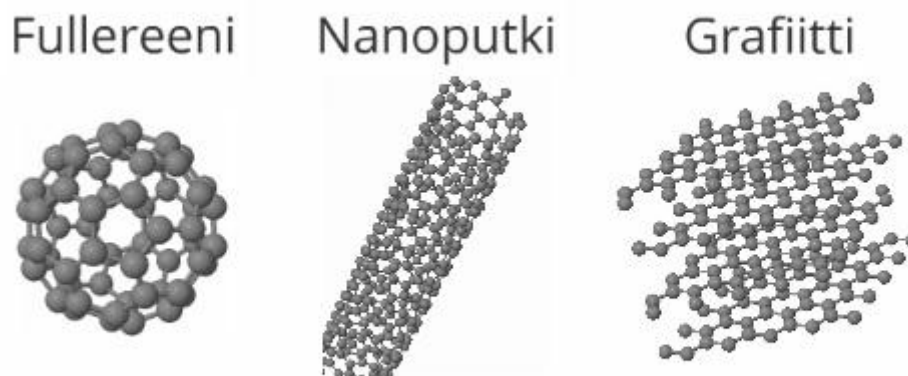
Wang, F. & Hannafin, M.J. (2005). Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educational Technology Research & Development*, 53(4), 5-23.

1. Video 1: Nanotiede ja nanoteknologia

Nanoteknologia

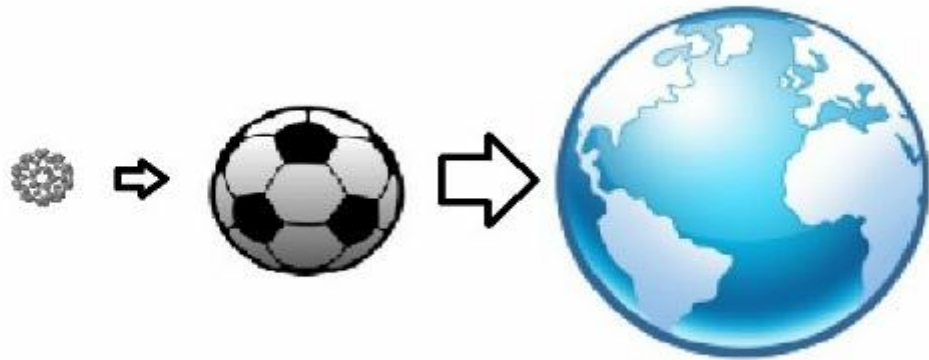
Kuva 1. Video 1: Ensimmäinen kuva

Seuraavaksi tutustutaan nanotieteen ja nanoteknologian maailmaan sekä niitä käsittelevään kokoluokkaan. Nanotiede tutkii millimetrin miljoonasosan mittakaavassa tapahtuvia ilmiöitä ja nanoteknologia on tekniikka, jonka avulla valmistetaan nanometrinen kokoisia rakenteita.



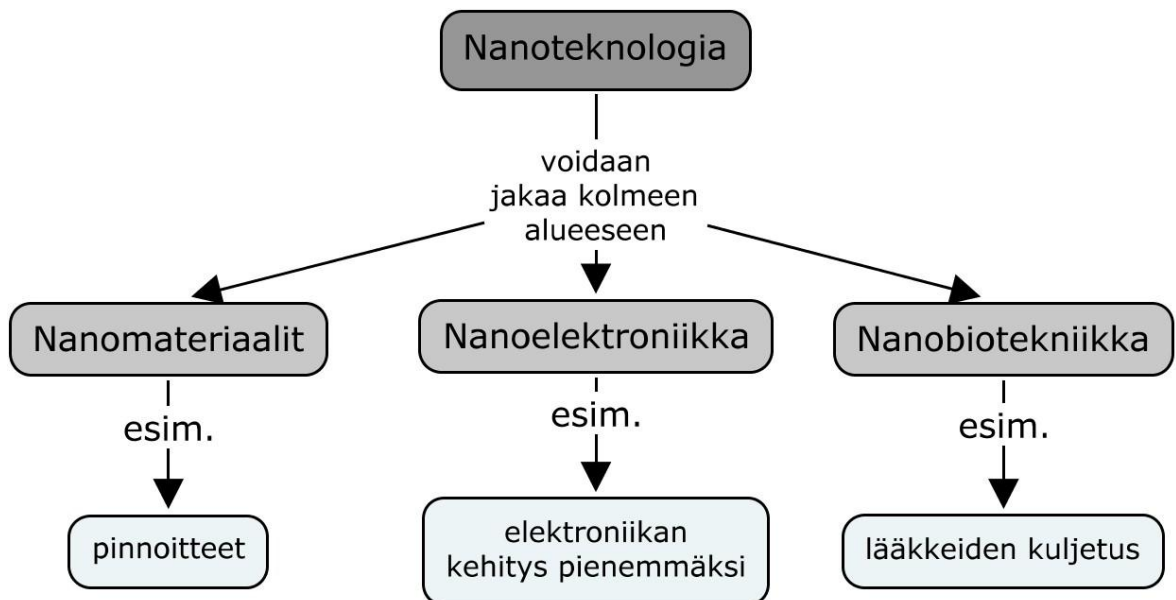
Kuva 2. Video 1: Toinen kuva

Hiilen allotropia eli alkuaineen kyky esiintyä erilaisissa muodoissa on yksi esimerkki nanotieteen saavutuksista. Aikaisemmin hielle tunnettiin muodot timantti ja grafiitti. Vuonna 1985 löydettiin Fullereeni ja vuonna 1991 hiilinanoputki. Fullereenit ja nanoputket johtavat hyvin sähköä, joten niitä hyödynnetään elektroniikkateollisuudessa.



Kuva 3. Video 1: Kolmas kuva

Nanoteknologiassa käsiteltävä kokoluokka ymmärretään paremmin, kun verrataan sitä helpommin hahmotettavaan kokoon. Fullereenin halkaisija on noin 1 nm. Maapallon halkaisija suhteessa jalkapallon halkaisijaan on yhtä suuri kuin jalkapallon halkaisija suhteessa fullereenin halkaisijaan.



Kuva 4. Video 1: Neljäs kuva

Kiinnostus nanoteknologiaa kohtaa on valtava. Syynä siihen on sen pieni koko ja kokoon liittyvät erilaiset kemialliset ja fysikaaliset ominaisuudet, kuten elektronirakenne, lämmön-

ja sähkönjohtokyky, reaktiivisuus ja sulamislämpö. Nykyään nanoteknologiaa hyödynnetään materiaalien valmistuksessa, elektroniikan kehittämisessä ja lääketieteissä.



Kuva 5. Video 1: Viides kuva

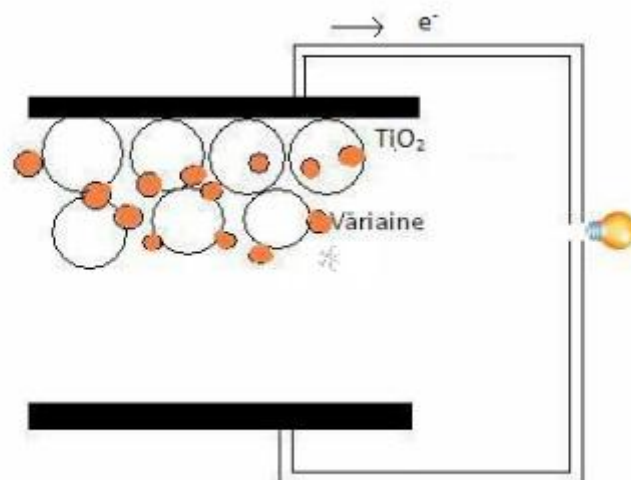
Jokapäiväisessä elämässä nanoteknologian tuotteita on muun muassa nanosuksien pinnoitteissa, aurinkovoiteissa, maaleissa, aurinkokennoissa ja itsestään puhdistuvissa materiaaleissa.

2. Video 2: Aurinkokennot

Nanoteknologia aurinkokennoissa

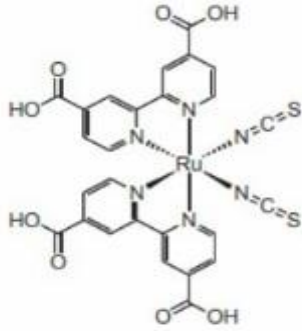
Kuva 6. Video 2: Ensimmäinen kuva

Fossiilisia polttoaineita, kuten öljy ja hiili pyritään korvaamaan uusiutuvilla energianlähteillä, kuten aurinko, vesi ja tuulienergialla. Fossiilisten polttoaineiden loppumisesta myös puhutaan. Loppumista on kuitenkin vaikea ennustaa, sillä kaikki maakaasun ja maaöljyn lähteet eivät ole vielä tiedossa.



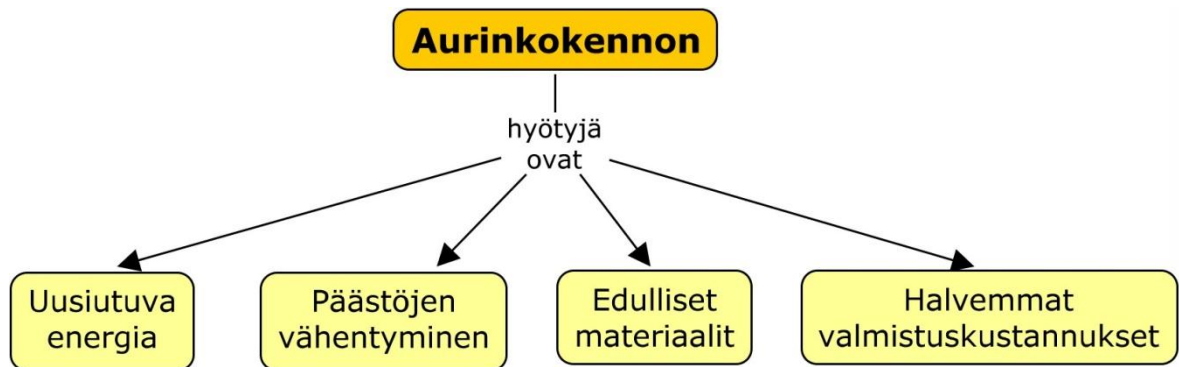
Kuva 7. Video 2: Toinen kuva.

Seuraavaksi tutustumme lähemmin Grätzelin kennoihin eli väriaineherkistettyihin aurinkokennoihin. Aurinkokennoissa auringon säteilyenergia muutetaan sähköenergiaksi. Grätzelin kennossa tapahtuvaa ilmiötä on kuvattu keinotekoiseksi fotosynteesiksi. Kennossa kasvien lehdet on korvattu huokoisella titaanioksidilla ja lehtivihreä on korvattu väriaineilla.



Kuva 8. Video 2: Kolmas kuva.

Väriaineet kiinnitetään titaanioksidin pintaan. Väriaine voi olla rakenteeltaan seuraavanlainen ruteenikompleksiyhdiste. Titaanioksidi ja väriaineet asetetaan kahden lasilevyn väliin ja upotetaan elektrolyyttiliuokseen. Väriaineessa tapahtuu valon absorptio, jonka seurauksena väriaineesta vapautuu elektroneja. Puolijohtavan titaanioksidin kautta elektronit siirtyvät ulkoiseen virtapiiriin.



Kuva 9. Video 2: Neljäs kuva.

Grätzelin kennon hyötyjä ovat niiden valmistuksen halventuneet kustannukset sekä niiden valmistukseen materiaalit ovat helposti saatavilla. Valmistukseen käytetään jo painokoneita, joiden avulla kennoja saadaan valmistettua nopeammin. Uusiutuvien energian lähteiden avulla saadaan vähennettyä ympäristöpäästöjen määriä. Lisäksi kasvava energiantarve ja lisääntyvä väestön määrä pakottavat meidät tutkimaan erilaisia energian tuotantotapoja. Grätzelin kennojen hyötysuhde on tällä hetkellä noin 13 prosenttia, mutta niitä tutkitaan, jotta niiden hyötysuhteita saataisiin parannettua.

3. Video3: Nanoturvallisuus

Nanoturvallisuus

Kuva 10. Video 3: Ensimmäinen kuva.

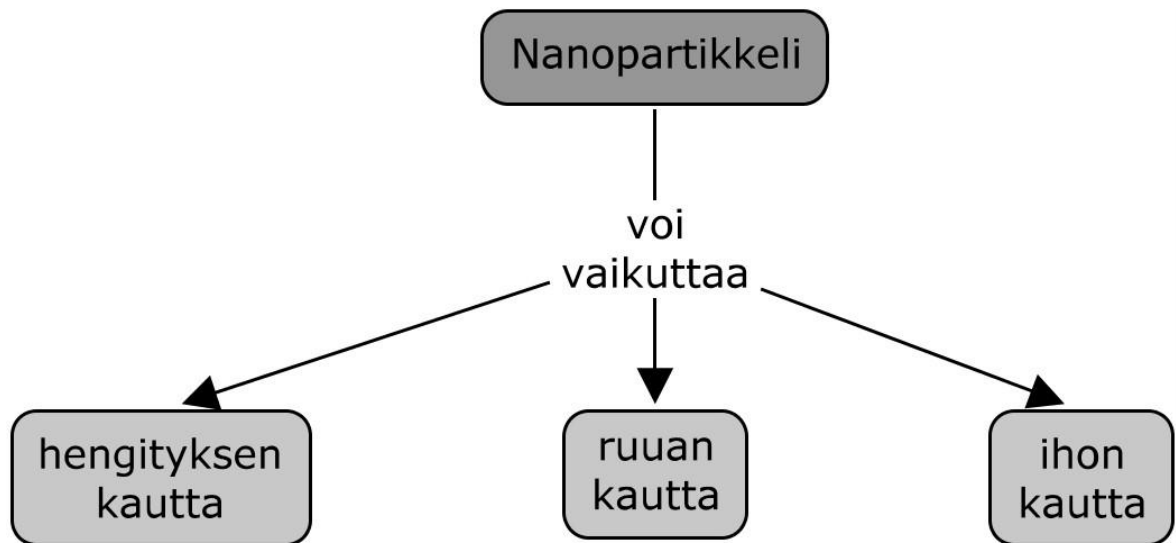
Nanoteknologian avulla on mahdollista kehittää ratkaisuja ympäristöongelmiin, energiantuotantoon ja veden puhdistukseen. Nanohiukkasten vaikutuksista ympäristöön tiedetään kuitenkin hyvin vähän.



Kuva 11. Video 3: Toinen kuva.

Energiantuotannossa hyödynnetään nanorakenteita erilaisissa laitteissa, kuten litium-ioni paristoissa sekä titaanioksidi materiaaleja aurinkokennoissa. Tuotteet vahvistavat kestävä kehitystä sekä ovat ympäristöystävällisempiä. Tutkimuksissa on todettu pienien nanopartikkeleiden olevan toksisempia sekä vaikeampia poistaa kehon sisältä sinne

päästyään. Nanopartikkelien tehokkuus perustuu niiden pinta-alaan ja tämän vuoksi ne voivat reagoida kehon sisällä myös tehokkaammin ja vahingoittaa soluja.



Kuva 12. Video 3: Kolmas kuva

On todettu, että nanomateriaaleja voi ilmestyä veteen, ilmaan, maaperään ja kasveihin. Tämän jälkeen kulku voi jatkua ihmisiin ja elämiin. Nanomateriaalit voivat päästä kehoon kolmea eri reittiä, hengityksen, ruuansulatuksen ja ihokontaktin kautta. Kemian kannalta toksisuuteen vaikuttavat muun muassa nanopartikkeleiden koko ja pinta-ala. Nanohiukkasten ja nanomateriaalien kemialliset ja fysikaaliset ominaisuudet ovat erilaiset, joten niiden toksisuus voi myös muuttua.

Liite 2. Haastattelurunko

Haastattelukysymykset

1. Mitä sinulle jäi mieleen nanoteknologian videoista?
2. Mitkä nanoteknologian visualisoinneista kiinnostivat sinua?
3. Miksi kyseiset nanoteknologian visualisoinnit kiinnostivat sinua?

Liite 3. Analyysirunko

Taulukko 1. Tutkimushaastattelun analyysirunko

Yläluokka	Alkuperäinen ilmaus	Pelkistetty ilmaus	Alaluokka
Makrotaso	Miten nanoteknologiaa käytetään arkipäivän askareissa ja tuotteissa. Jäivät mieleen sillä ne ovat itsellä käytössä ja on tuttuja. -Haastateltava 1	arkipäivän tuotteet kiinnostavat, sillä ne ovat tuttuja	Arkipäivän visualisoinnit
Submikroskooppinen taso	Kuvat fullereenista, nanoputkista ja grafiitista kiinnosti, sillä niistä näkee atomien rakenteet -Haastateltava 1	Molekyylimallit kiinnostavat, sillä rakenne nähtävissä	Rakennevisualisoinnit
Makrotaso	Nanoteknologian tuotteita, niinku elektroniikka, kännykät. Ne on itselle tuttuja ... Aurinkokennot, sillä aurinkokennot ovat itsellä mökkikäytössä. -Haastateltava 2	tuotteet kiinnostavat, sillä ne ovat tuttuja ja itsellä käytössä	Sovellusvisualisoinnit
Submikroskooppinen taso	kuva, missä on fullereeni, nanoputki ja grafiitti, sillä näkee atomien sitoutumiset ja, miten nanoputkia vois tehdä grafiitista. -Haastateltava 2	Molekyyliin rakenteet kiinnostavat	Rakennevisualisoinnit
Makrotaso	Kuvista kiinnostavin oli jalkapallo kuva, jossa selitettiin kokoluokkaa. Auttoi ymmärtämään nanometrin todelliseen koon. -Haastateltava 3	Kokoluokkaa hahmottava kuva kiinnostaa, sillä auttaa hahmottamaan kokoluokan	Kokoluokkaa hahmottavat visualisoinnit
Symbolitaso	Aurinkokenno kuva oli hyvä.. en tiennyt aikaisemmin, miten niistä saadaan sähköä. Asia oli selitetty videolla selkeästi. -Haastateltava 3	Aurinkokennon rakenne kiinnostaa, sillä uutta asiaa	Sovellusvisualisoinnit
Makrotaso	Kuva fullereenista, jalkapallosta ja maapallosta oli hyvä, kun se auttoi käsittämään kokoluokkaa ja todella ymmärtämään, kuinka pieni yksi nanometri on. -Haastateltava 4	Kokoluokkaa hahmottava kuva kiinnosta, sillä auttaa ymmärtämään kokoluokan	Kokoluokkaa hahmottavat visualisoinnit
Makrotaso	Nanoturvallisuus aiheena on kiinnostava, sillä nanotuotteita itsellä käytössä. - Haastateltava 4	Nanoturvallisuus kiinnostaa, sillä tuotteita itsellä käytössä	Arkipäivän visualisoinnit

Liite 4. Nanoteknologian opetusvideoita tukevat oppimistehtävät

Nanoteknologia

Nanoteknologiaan liittyvät videot löytyvät sivulta <http://nanoteknologia.blogspot.com/>.

Katso videot ja vastaa seuraaviin kysymyksiin.

Oppimistehtävä 1

Hahmottele paperille kiinteän hiilen erilaisien esiintymismuotojen rakenteita.

1. Miten hiiliatomit ovat sitoutuneet toisiinsa?
2. Miten rakenteet eroavat toisistaan?

Oppimistehtävä 2

Mieti parisi kanssa vastaukset seuraaviin kysymyksiin.

1. Missä olet nähnyt aurinkopaneeleja käytettävän?
2. Miten ja missä aurinkopaneeleiden käyttöä voisi lisätä?

Oppimistehtävä 3

Mieti parisi kanssa vastaukset seuraaviin kysymyksiin.

1. Missä tiedät nanoteknologian tuotteita olevan käytössä?
2. Millaista haittaa ihmiselle ja ympäristölle niistä voisi koitua?