

TIETO- JA VIESTINTÄTEKNIikka

TUTKIVAN OPPIMISEN

VÄLINEENÄ

**Kai Hakkarainen, Lasse Lipponen, Liisa Ilomäki, Sanna Järvelä, Minna Lakkala,
Hanni Muukkonen, Marjaana Rahikainen & Erno Lehtinen**

Helsingin kaupungin opetusvirasto

Tietotekniikkaprojektin tutkimusryhmä

1999

Painopaikka

Multiprint

Helsinki 1999

ISBN 951-718-223-6

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
2	TUTKIVAN OPPIMISEN PERIAATTEITA	7
2.1	Projektioppimisesta tutkivaan oppimiseen	7
	Perinteisen projektioppimisen heikkoudet	7
	Tutkivan oppimisen perusajatukset	10
2.2	Tutkivan oppimisprosessin osatekijät	13
	Kontekstin eli asiayhteyden luominen	14
	Tutkimusongelman asettaminen käynnistää oppimisprosessin	15
	Oppijan omien työskentelyteorioiden luominen	16
	Työskentelyteorioiden kriittinen arviointi	18
	Uuden syventävän tiedon hankkiminen	18
	Tarkentuvien kysymysten asettaminen	18
	Asteittain tarkentuvien teorioiden ja selitysten luominen	20
	Jaettu asiantuntijuus tutkivan oppimisen tukena	21
2.3	Opettaja tutkivan oppimisen ohjaajana	23
2.4	Tieto- ja viestintätekniiikan tuki tutkivalle oppimiselle	25
	Tieto- ja viestintätekniiikka yhteisöllisen tiedonrakentelun välineenä	25
	Tieto- ja viestintätekniiikan tuki opetuksen ankkuroimiselle	26
	Ajatteluprosessien muuntaminen ulkoiseen ja näkyvään muotoon	27
	Tieto- ja viestintätekniiikka ajattelun työkaluina	27
	Rakentava sosiaalinen vuorovaikutus	28
	Mallintaminen ja visualisointi	28
	Laajennetut tietolähteet	28
	Julkaiseminen	29
	Verkostoituminen koulun ulkopuolisten tahojen kanssa	29
3	ESIMERKKEJÄ TUTKIVAN OPPIMISEN SOVELTAMISESTA	30
3.1	Ihmisen biologian opiskelu tutkivan oppimisen mallin mukaisesti	30

Ryhmä 1: Kuinka aivot toimivat?	32
Ryhmä 2: Kuinka silmä toimii?	33
3.2 Kemian opiskelu tutkivan oppimisen mallin mukaisesti	35
1. vaihe: Kemian peruskäsitteisiin ja -ilmiöihin tutustuminen	35
2. vaihe: “Vesi kemiallisena elinympäristönä”- projekti	36
3.3 Tietokoneavusteinen tutkivan oppimisen periaatteita noudattava opiskelu äidinkielessä	39
4 KÄYTÄNNÖN OHJEITA TUTKIVAN OPPIMISPROJEKTIN TOTEUTTAMISELLE	40
4.1 Tutkivan oppimisprojektin valmistelu	41
Käsitteellisesti haastavan aiheen valinta	41
Tiedonrakenteluroolien selventäminen	42
4.2 Tutkivan oppimisprojektin vaiheiden toteuttaminen	43
Opetuksen ankkuroiminen ja kontekstin luominen	43
Ongelman asettaminen	44
Oppilaiden omien käsitysten esittäminen	45
Kriittinen arviointi	46
Tieteellisen tiedon etsintä	46
Tarkentuvan ongelman asettaminen	47
Uuden työskentelyteorian luominen	47
4.3 Yhteisöllisen oppimisen tukeminen	48
Jaettu tehtävä	48
Jaetun asiantuntijuuden tukeminen	48
Rakentavan vuorovaikutuksen tukeminen	50
Tietotekniikan käyttäminen tutkivassa oppimisprojektissa	51
4.4 Tutkimustulosten raportointi ja julkaiseminen	51
4.5 Tutkivan oppimisprosessin arviointi	53
5 TARKASTELU	54

SANASTO

KIRJALLISUUTTA

LIITE 1: TUTKIMUSTULOSTEN RAPORTOINNIN MALLI

SAATTEEKSI

Tämän oppaan tarkoituksena on kuvata tutkivan oppimisen taustalla olevia psykologisia ja pedagogisia periaatteita, analysoida sitä, kuinka uutta tieto- ja viestintätekniikkaa voidaan käyttää tutkivan oppimisen tukena, sekä välittää tietoa, joka tukee tutkivan oppimisen toteuttamista käytännössä.

Tutkivan oppimisen taustalla olevien periaatteiden tunteminen on tavattoman tärkeä tietotekniikan mielekkään opetuskäytön edellytys. Ihmisen ajattelun ja oppimisen psykologia on viimeisen 20 vuoden aikana hankkinut olennaisesti syvällisempää tietoa monimutkaisesta ongelmanratkaisusta, asiantuntijuuden kehittymisestä ja siitä, kuinka tietokoneavusteista yhteisöllistä oppimista voidaan käyttää tämän tukena. Monet näistä löydöksistä ovat varsin vaativia ymmärtää ja edellyttävät lukijalta ponnistuksia. Olemme parhaamme mukaan yrittäneet esittää asiat ymmärrettävällä arkikielellä, vaikka kaikkia alan tutkimuksen tuottamia käsitteitä ei olekaan voitu karsia. Olemme erittäin iloisia, mikäli opasta lukevat opettajat antaisivat meille palautetta oppaan sisällöstä ja mahdollisista vaikeaselkoisista kohdista.

Oppaassa on hahmoteltu joitakin käytännön neuvoja siitä, kuinka tutkivaa oppimista voidaan toteuttaa käytännössä. Nämä ohjeet perustuvat ennen kaikkea kokemuksiin Tietokoneavusteisesta intentionaalisen oppimisen ympäristöstä (Computer-supported Collaborative Learning Environments, CSILE). Oppaan tekijöiden tarkoituksena on myöhemmin kehittää opasta ja liittää siihen mahdollisimman moninaisia kokemuksia tutkivan oppimisen toteuttamisesta tieto- ja viestintätekniikan avulla. Uusi julkaisu tuotetaan mahdollisesti cd-rom -muodossa. Pyydämme oppaan lukijoita ja tutkivan oppimisen soveltajia saattamaan tietoomme niitä kokemuksia, ongelmia ja hyviä käytäntöjä, joita mallin kokeileminen ja kehittäminen käytännön koulutyössä tuottaa.

Olemme tietoisia siitä, ettei tutkivan oppimisen toteuttaminen ole helppoa opettajan työssä, jossa on sekä vastattava suuren ja heterogeenisen oppilasjoukon oppimisesta että lukusuunnitelman tavoitteiden saavuttamisesta. Kuitenkin valmistautuminen 2000-luvun koulutukseen edellyttää, että etsimme uudenlaisia toimintatapoja. Ilman niitä oppilaat eivät selviydy jatkuvasti monimutkaistuvassa tietoyhteiskunnassa. Haluamme esittää kunnioituksemme kaikille niille opettajille, jotka uskaltavat tarttua näihin haasteisiin ja etsiä uudenlaisia opettamisen ja oppimisen käytäntöjä, jotka tieto- ja viestintätekniikan tuella auttaisivat vastaamaan tulevaisuuden haasteisiin. On syytä varautua siihen, että koulukulttuuri ja oppimiskäytännöt muuttuvat suhteellisen hitaasti, eivätkä ensimmäiset kokeilut heti tuota loistavaa lopputulosta. Mikäli tutkivan oppimisen toteuttamisessa törmätään ongelmiin, kannattaa keskustella asiasta kollegoiden kanssa, yrittää analysoida hankaluuksien syitä ja kokeilla seuraavalla kerralla hieman toisenlaisia menettelytapoja. Onnistumista tukee oman alan tutkimuskirjallisuuden seuraaminen, aiheeseen liittyviin kursseihin, työpajoihin tai seminaareihin osallistuminen, vuorovaikutus muiden tutkivan oppimisen parissa työskentelevien opettajien kanssa ja ongelmien pohdinta opettajien pedagogisessa yhteisössä.

Tekijät

1 JOHDANTO

Tämän oppaan tarkoituksena on tukea opettajia, oppilaita, suunnittelijoita ja kouluhallinnon virkamiehiä opetus- ja oppimiskäytäntöjen kehittämisessä tieto- ja viestintäteknikan tukeen nojautuen. Oppaassa esitetään Helsingin kaupungin tietotekniikkaprojektin tutkimusryhmän visio siitä, kuinka tieto- ja viestintäteknikan avulla voidaan tukea korkeammantasoisia tutkivan oppimisen prosesseja.

Oppaassa käsitellään erityisesti tutkivan oppimisen taustalla olevia kognitiivisia ja oppimisteoreettisia **periaatteita**, joiden ymmärtäminen on tärkeä opetus- ja oppimiskäytäntöjen kehittämisen edellytys. Näiden periaatteiden ymmärtäminen auttaa löytämään keinoja uuden tieto- ja viestintäteknikan mielekkäälle ja tulokselliselle soveltamiselle. Oppaassa puhutaan paljon enemmän ihmisen ajattelusta, sen kehityksestä ja tutkivasta toiminnasta kuin tietotekniikasta sinänsä sen takia, että uuden tekniikan mahdollisuuksien ymmärtäminen edellyttää ennen kaikkea uudenlaista pedagogista ajattelua. Tavoitteena on hahmottaa sitä, kuinka oppimiseen ja opettamiseen liittyviä ilmiöitä tulisi hahmottaa tai käsitteellistää tavalla, joka tukee laadukkaampien oppimistulosten saavuttamista. Oppaan jälkimmäisessä osassa konkretisoidaan esitetyjä pedagogisia periaatteita ja esitetään malleja siitä, kuinka periaatteita voidaan soveltaa käytännössä tieto- ja viestintäteknikan tukeen nojautuen. Kunkin luokkatason, oppiaineen, tai oppimisprojektin yhteydessä on erikseen pohdittava, miten tutkivaa oppimista voidaan niissä toteuttaa ja millainen on tieto- ja viestintäteknikan rooli tässä prosessissa.

Syntymässä oleva **tietoon perustuva yhteiskunta** (engl. knowledge-based society) ja siihen liittyvä tietotalous (engl. knowledge economy) ja tietointensiivinen teollisuus asettaa ihmisen ajattelun kehitykselle aivan uusia haasteita. Tietoyhteiskunnan nopeaan rakentumiseen ja “digitaalisen talouden” kehittymiseen liittyy työn ja osaamisen kulttuurin syvällisiä muutoksia. Kehittyneelle tietoyhteiskunnalle on tyypillistä tietotyön yleistyminen. Jo aivan lähitulevaisuudessa huomattava osa väestöstä työskentelee ensisijaisena kohteenaan tieto; heidän työnsä lisää tiedon arvoa tavaroiden tai muiden materiaalistien tuotteiden sijaan. Tietotyöntekijän tehtävänä on tiedon etsiminen, muokkaaminen, muuntaminen, laajentaminen ja uuden tiedon ja ymmärryksen luominen. Tiedon tuottamisessa onnistuminen määrää yhteiskunnan menestyksen tulevaisuudessa. Tietoon perustuvalla yhteiskunnalla on luonteenomaista tietämisen ja tekemisen, tiedon luomisen ja hankkimisen sekä tiedon kehittelyn ja käyttämisen integroituminen. Tulevaisuudessa ei enää ole niin suurta eroa tietäjien ja työn suorittajien välillä, vaan kaikilta vaaditaan aikaisempaa syvällisempää työtehtävien taustalla olevien ilmiöiden käsitteellistä hallintaa.

Helsingin kaupungin tietotekniikkaprojektin tutkimusprojektin lähtökohtana ovat yhteiskunnallisen muutoksen asettamat uudet haasteet oppilaiden ja opettajien asiantuntijuuden kehittymiselle sekä tieto- ja viestintäteknikan ja modernin oppimistutkimuksen avaamat mahdollisuudet vastata näihin haasteisiin uudella tavalla. Pystyäkseen vastaamaan uusiin osaamisen vaatimuksiin koulutuksen on löydettävä uudenlaisia toiminnan muotoja ja sisältöjä. Tämän oppaan tarkoituksena on hahmotella pedagogista mallia, jonka varassa on mahdollista tukea oppilaita sellaisten korkeammantasoisien tiedonkäsittelytaitojen saavuttamisessa, joita tuloksellinen toiminta kehittyneessä tietoyhteiskunnassa edellyttää.

Oppilaat joutuvat tulevaisuudessa ennen kaikkea ratkaisemaan heikosti määriteltäviä (engl. ill-structured) ongelmia tietorikkailla (engl. knowledge-rich) aloilla. Tehtävien ratkaisu edellyttää ongelma-alueen ja sen kannalta merkityksellisten resurssien ja ehtojen syvää käsitteellistä hallintaa. Koulu ei voi välittää näiden tulevaisuuden ongelmien ratkaisemisessa tarvittavaa tietoa, mutta se voi luoda edellytykset ongelmien ratkaisemisessa tarvittavien tiedonkäsittelytaitojen ja yleisemmin asiantuntijuuden kehittymiselle.

Tutkivalla oppimisella viitataan sellaiseen oppimiseen, jossa tietoja ei omaksuta valmiina opettajalta tai oppikirjasta, vaan oppija ohjaa omaa oppimistaan asettamalla ongelmia, muodostamalla omia käsityksiään ja selityksiään sekä hakemalla tietoa itsenäisesti ja rakentelemalla näin syntyneestä tiedosta laajempia kokonaisuuksia. Käsitteeseen liittyy ajatus, jonka mukaan tutkimusprosessin jakaminen oppimisyhteisön sisällä ja yhteisön jäsenten intensiivinen vuorovaikutus tukevat korkeatasoisten oppimistulosten saavuttamista. Opettajalla on tärkeä tehtävä toimia tämän prosessin ohjaajana. Tutkivan oppimisen prosessi johtaa oppimisen laadun olennaiseen paranemiseen vain opettajan ohjauksen ja tuen avulla.

Onnistunut tutkimusprosessi on paitsi tiedollisesti myös elämyksellisesti haastava, kun se johtaa oppimisen kohteena olevien ilmiöiden merkityksen, niiden välisten suhteiden ja kokonaisuuden ymmärtämiseen. **Tutkiva toiminta ei ole ainoastaan tieteentekijöille ominaista, vaan sitä tarvitaan monimutkaisten ongelmien ratkaisussa kaikilla tietorikkailla toiminta-alueilla.** Vaikka tieteellinen tutkimus on tutkivan oppimisen malliesimerkki, on otettava huomioon, että niin lääkärit, lakimiehet, journalistit kuin insinööritkin joutuvat työssään soveltamaan tutkimuksellisia toimintamenetelmiä kohdatessaan monimutkaisia tai uusia ongelmia. Myös taiteessa, esimerkiksi kirjailijan tai muotoilijan työssä, tarvitaan tutkimustaitoja. Aina silloin kun meillä on ongelma, muttei vastausta välittömästi saatavilla, joudumme ryhtymään tutkimuksiin, joiden välityksellä ongelma ratkeaa. Toisinaan riittää muutaman vaihtoehdon tarkistaminen, mutta usein laajempi empiirinen tutkimus, kirjallisuustutkimus tai asiantuntijoiden haastattelu on tarpeen. Ihminen on luonnostaan tutkiva olento, mutta näitä luonnollisia tutkimusvalmiuksia voidaan suuresti kehittää perehtymällä vastaavien asiantuntijakulttuurien kokemuksiin ja saavutuksiin, erityisesti tieteellisen tutkimuksen toimintamenetelmiin.

2 TUTKIVAN OPPIMISEN PERIAATTEITA

2.1 Projektioppimisesta tutkivaan oppimiseen

Perinteisen projektioppimisen heikkoudet

Tieto- ja viestintäteknikkaa käytetään sekä perinteisen opetuksen täydennyksenä että välineenä uudenlaisten oppilaiden omaa aktiivisuutta korostavien projektioppimisen muotojen toteuttamisessa. Näihin projekteihin liittyy usein oppilaiden oman tekemisen ja keskinäisen yhteistoiminnan painottaminen. Lisäksi taustalla voi olla jonkinlaisia oppimisen konstruktiivisuuteen liittyviä olettamuksia oppimisprosessin luonteesta. Uudet pedagogiset ajatukset palautetaan kuitenkin herkästi vanhoihin ja tuttuihin käytäntöihin,

jolloin niiden soveltaminen johtaa pahimmassa tapauksessa ainoastaan vanhojen virheiden ja heikkouksien uusintamiseen sen sijaan, että syntyisi uusia hyviä käytäntöjä.

Tutkiva oppiminen ei ole sama asia kuin edellä mainittu projektioppiminen, tekemällä oppiminen tai yhteistoiminnallinen oppiminen. On tärkeää hyvin tarkkaan pohtia tutkivan oppimisen taustalla olevia periaatteita ja niiden toteuttamista erilaisissa pedagogisissa tilanteissa. Seuraavassa tarkastellaan kriittisesti sellaisia projektioppimiseen liittyviä käytäntöjä, jotka helposti johtavat siihen, ettei varsinaisia oppimistavoitteita lainkaan saavuteta.

Nykyisessä koulutuskeskustelussa korostetaan voimakkaasti tiedonhankintataitojen merkitystä. Toistaiseksi ei kuitenkaan ole kovin syvällisesti pohdittu sitä, millaisia tiedonhankintataitoja oppilaiden pitäisi oppia ja kuinka niitä voidaan kehittää. Paljon toivoa asetetaan erilaisten projektioppimisen muotojen toteuttamiselle. Taustalta puuttuu kuitenkin yleensä analyysi siitä, kuinka ja millä ehdoilla projektiopiskelu tukee oppilaiden käsitteellisen ymmärryksen syvenemistä.

Perinteinen oppimisprojekti toteutetaan koulussa usein siten, että kukin oppilas saa tehtäväkseen perehtyä johonkin ilmiöön (esim. eläin, kasvi, henkilö, maa). Aiheesta haetaan tietoa kirjastosta tai internetistä, toisinaan suoritetaan myös haastatteluja tai kerätään aineistoa. Perinteisen oppimisprojektin keskeisenä heikkoutena tutkivan oppimisen näkökulmasta on se, ettei lähtökohtana ole varsinaista ongelmaa tai sitten se on valmiiksi annettu. Yleensä projektin pohjaksi valitaan ainoastaan jokin yleinen aihepiiri tai sisältöalue, ja on kokonaan oppijan oman aloitteellisuuden varassa, asettaako hän toimintaansa ohjaavia ongelmia vai ei. Oppilasta ei siis yleensä systemaattisesti ohjata asettamaan tutkimusongelmia tai opeteta tunnistamaan arvokkaita ongelmia muiden joukosta. Tämä johtaa helposti siihen, että oppija tyytyy ensimmäisestä tietolähteestä löytyvän tiedon toistamiseen sitoutumatta varsinaisesti omakohtaiseen tutkimusprosessiin. Oppilaan rooliksi jää ainoastaan kohteen valitseminen sekä sitä vastaavan tiedon etsiminen ja yhdisteleminen.

Toinen keskeinen ongelma on se, etteivät projektioppimisen kohteeksi valitut aihepiirit yleensä ole oppilaiden käsitteellisen ymmärryksen kehittymisen kannalta keskeisiä. Vaikuttaa siltä, että perinteistä opettajakeskeistä opetusta käytetään silloin, kun opetellaan tiedonalueen ydinasioita, ja projektioppimista käytetään pääasiassa oppilaita motivoivana lisäkkeenä vähemmän tärkeillä sisältöalueilla. Projektien kohdistaminen yksinkertaisiin ja konkreettisiin kohteisiin johtaa helposti siihen, että oppilaiden mahdolliset kysymykset ovat luonteelta tosiseikkoja etsiviä (mitä, missä, milloin) ja oppilaiden tuottama tieto ainoastaan kuvailevaa luonteeltaan.

Tällainen perinteinen projekti ei tarjoa pohjaa oppilaan omien ajatusten esittämiselle, vaan johtaa tietolähteissä esitetyn kuvailevan tiedon toistamiseen. Tiedetään tapauksia, joissa projektiopiskelun toteuttajina kokeneet ja modernia pedagogista ajattelua edustavat opettajat ovat poistaneet oppilaan esittämiä omia arvauksia tai teorioita projektityöstä sillä perusteella, ettei oppilaan omien käsitysten esittäminen kuulu tällaisen projektin piiriin! Kuitenkin projektioppimisen julkisena tai ainakin julkilausumattomana tarkoituksena on rohkaista oppilasta itsenäisessä ajattelussa ja tiedon kriittisessä arvioinnissa.

Ongelma on myös se, ettei perinteinen oppimisprojekti yleensä tue riittävästi oppilaiden yhteisöllistä oppimista. Jos jokainen oppilas vastaa yhdestä kohteesta, ei

oppilaille ole paljoakaan keskusteltavaa keskenään. Perinteisten projektitehtävien suorittaminen ei vaadi oppilaiden välistä yhteistoimintaa tai ponnistusten jakamista. On ilmeistä, ettei jonkin toisen oppilaan hankkima tieto ole oppilaiden näkökulmasta kovin tärkeää, jos he suorittavat toisistaan riippumattomia tehtäviä.

Perinteiselle projektioppimiselle on tyypillistä, ettei oppilaita yleensä järjestelmällisesti ohjata tutkimusvalmiuksien tai tutkimusprosessissa tarvittavien tiedonkäsittelytaitojen omaksumisessa, vaan luotetaan siihen, että luova oppilas pystyy itse löytämään tulokselliset toimintatavat. Kirjaston käyttötaidot muodostavat ehkä tässä suhteessa poikkeuksen. Projektioppimisen tulokset esitetään vaihtelevin muodoin lyhyenä kuvauksena, mutta oppilaita ohjataan vain harvoin tulostensa systemaattiseen esittämiseen. Kuitenkin sekä tutkimusprosessin toteuttaminen että tutkimustulosten esittäminen ovat tavattoman monimutkaisia prosesseja; ne edustavat heikosti määriteltyjä ongelmia, joissa on hallitsemattoman paljon vaihtoehtoisia etenemistapoja. Erityisesti ensimmäisten projektien yhteydessä tämä asettaa ongelmia, ja saattaa johtaa epätarkoituksenmukaisten käytäntöjen syntymiseen, kun oppilaat pyrkivät laskemaan vaatimustasoa ja välttävät ongelmien haasteellisuutta. Jos vanhemmat eivät pysty ohjaamaan oppilasta tutkivassa oppimisessa, hänellä on varsin vähäiset mahdollisuudet saavuttaa tyydyttävä lopputulos.

Perinteiselle projektioppimiselle on myös tyypillistä toiminnan ja lopputuloksen korostuminen oppilaiden käsitteellisen ymmärryksen kehittymisen sijaan. Kanadalainen professori Carl Bereiter esittää, että uusien oppimiskäsitysten pedagogiset kokeilut johtavat helposti siihen, että ne palautetaan joukoksi rutiininomaisia toimintoja, jotka eivät tue oppimista eivätkä opettamista. Näin tapahtuu silloin kun a) monimutkaiset tavoitteet palautetaan läpikäytäviksi oppisisällöiksi (palauttaminen oppisisällöiksi); b) opettajan hallinnoimat konkreettiset toiminnat ja erilaisten projektituotteiden valmistaminen syrjäyttää oppimisen (palauttaminen aktiviteeteiksi) tai c) oppilaiden kokemusten ja tuntemusten epäsystemaattinen “terapeuttinen” käsittely hallitsee toimintaa (palauttaminen itseilmaisuksi).

Vaikka nykyisessä koulussa käytetään suhteellisen paljon tekemällä oppimista ja projektioppimista, johtaa se kuitenkin harvoin olennaisiin muutoksiin oppimistuloksissa tai oppilaiden ajattelun ja asiantuntijuuden kehittymiseen. Bereiter esittää, että nykyisten tekemällä oppimista korostavien pedagogisten käytäntöjen taustalla on kolme virhepäätelmää. Ensinnäkin oletetaan, että kun lapsilla on hauskaa, he oppivat. Toiseksi oletetaan, että lapset ovat kiinnostuneita ainoastaan konkreettisista ja tutuista asioista. Kolmanneksi uskotaan perusteettomasti, että konkreettisten ja välittömästi havaittavien asioiden kanssa työskentely johtaa käsitteellisen ymmärryksen syvenemiseen. Näiden olettamusten tueksi ei ole olemassa mitään tieteellisiä perusteita. Vaikka tekemällä oppiminen on sinänsä pedagogisesti arvokas käytäntö, yleensä sitä kautta opitaan ainoastaan niitä asioita, joihin toiminta kohdistuu. Tekemällä oppimisen välityksellä voidaan harjoitella tärkeitä taitoja (esim. kertolaskuun tai vieraaseen kieleen liittyviä taitoja), mutta se ei itsestään johda oppilaiden ymmärryksen syvenemiseen. Jotta oppilaiden omalla aktiivisella toiminnalla ja tiedonhankinnalla olisi myönteisiä pedagogisia vaikutuksia, on olennaista pyrkiä rikkomaan perinteisen projektioppimisen rajoja ja ohjata osallistumaan aitoihin, ymmärtämisen syvenemiseen tähtääviin tutkimusprosesseihin.

Tieto- ja viestintäteknikkaa käytetään usein perinteisen projektiopiskelun tukena tiedon etsinnässä cd-rom-pohjaisista tietosanakirjoista tai internetistä. Tekstinkäsittely- ja

piirrosohjelmia käytetään tukemaan oppilaiden tutkimusraporttien ja muiden tuotteiden valmistamista. Tietoverkon välityksellä oppilaita voidaan ohjata keskustelemaan keskenään tutkimuksen kohteena olevista ilmiöistä. Hyvin harvoin nämä käytännöt kuitenkaan vastaavat tutkivaa oppimista tukevan yhteisöllisen tiedonrakentelun ajatusta, jota selostetaan tarkemmin seuraavissa luvuissa.

Kaiken kaikkiaan perinteinen projektioppiminen tarjoaa vain harvoin kokemuksen aidosta tutkimusprosessista vastaavien kognitiivisten taitojen kehittymisestä puhumattakaan. Yhteenvetona voidaan todeta, että toiminnan tavoitteet, asetetut tehtävät, käytetyt menetelmät, aihepiirien valinta sekä oppilaiden välinen työnjako erottavat tutkivan oppimisen perinteisestä projektityöskentelystä. Tutkivalle oppimiselle on myös tyypillistä korostaa sitä, että projektin tuloksena ei ole ainoastaan ulkoisia dokumentteja, vaan aikaisempaa syvemmin omaksuttuja ja tutkimusprosessin aikana kehitettyjä käsitteitä ja ideoita. Seuraavassa taulukossa on vedetty yhteen projektioppimisen ja tutkivan oppimisen eroja suhteessa näihin kriittisiin kysymyksiin.

Taulukko 1.
Perinteisen projektioppimisen ja tutkivan oppimisen välisiä eroja

PERINTEINEN PROJEKTI	TUTKIVA OPPIMINEN
<i>Aihepiiri: yksinkertainen ja erillinen</i>	<i>Aihepiiri: käsitteellisesti haastava ja kompleksinen</i>
<i>Kohde: suuri irrallisen tietojoukon läpikäynti</i>	<i>Kohde: Harvojen käsitteellisesti keskeisten ilmiöiden tutkiminen</i>
<i>Oppimistehtävä: Yksittäisten tehtävien antaminen, jotka eivät edellytä oppilaiden yhteistoimintaa</i>	<i>Oppimistehtävä: Yhteisen tehtävän asettaminen, joka edellyttää oppilaiden välistä tiivistä yhteistyötä ja vuorovaikutusta</i>
<i>Tuki: Oppilaiden spontaaniin taitoon ja yksilöllisiin valmiuksiin luottaminen</i>	<i>Tuki: Tikapuiden rakentaminen korkeatasoisen suorituksen tukemiseksi kaikilla oppilailta</i>
<i>Arviointi: Oppilaiden synnyttämän tuotoksen arviointi perinteiseen arvostelukäytäntöön sopivasti</i>	<i>Arviointi: Kehittävä arviointi, joka tähtää oppilaiden suorituksen parantamiseen</i>
<i>Tavoite: Pääbuomion kiinnittäminen näyttävään lopputulokseen</i>	<i>Tavoite: Pääbuomio ajattelun kehitystä tukevaan prosessiin</i>

Tutkivan oppimisen perusajatukset

Tutkiva oppiminen pohjautuu ajatukseen, jonka mukaan aikaisemmin luodun tiedon ymmärtäminen on psykologisella tasolla olennaisesti samanlainen prosessi kuin uuden tiedon luominen tieteessä tai keksimisessä. Silloin kun yksilö yrittää ymmärtää jonkun jo keksimää teoriaa tai muuta selitystä, hän joutuu mielikuvituksensa voimalla käymään läpi samankaltaisia prosesseja kuin teorian keksinyt tiedemies aikoinaan. Tutkivan oppimisen lähtökohtana on ajatus, että oppiminen on parhaimmillaan tutkimusprosessi, joka synnyttää sekä uutta ymmärrystä että uutta tietoa. Tarkoituksena on organisoida oppimisyhteisön toiminta niin, että jäljitellään tieteellisille tutkimusryhmille tai asiantuntijaorganisaatioille tyypillisiä tehokkaita ja hyviä tiedonrakentelun käytäntöjä.

Tutkivan oppimisen tukeminen on useiden sellaisten käynnissä olevien tieteellisten tutkimusprojektien tavoitteena, joiden kohteena on koulujen nykyisten oppimiskäytäntöjen uudelleen kehittäminen tieto- ja viestintätekniiikan tuella. Tutkivalla oppimisella tarkoitetaan prosessia, jonka aikana sellaiseen ongelmaan, jota ei voida ratkaista aikaisemmin hankitun tiedon varassa, haetaan vastausta sekä päättelämällä että etsimällä järjestelmällisesti merkityksellistä uutta tietoa erilaisista tiedonlähteistä. Tutkivan oppimisen keskeinen lähtökohta on se, ettei oppija sulauta uutta tietoa suoraan aikaisempiin tietorakenteisiinsa, vaan tietoa omaksutaan ratkaisemalla ymmärtämiseen liittyviä ongelmia sekä rakentelemalla ja kriittisesti arvioimalla oppijan omia teorioita ja selityksiä. Luonteenomaista tällaiselle oppimiselle on se, että oppija käsittelee uutta informaatiota jonakin ongelmallisena, joka täytyy selittää ja ymmärtää syvällisesti, ennen kuin se voidaan liittää osaksi yksilön tietojen kokonaisuutta. Jäljittelemällä tiedeyhteisöjen toimintakäytäntöjä oppijat voidaan ohjata osallistumaan pitkäjänteisesti ja systemaattisesti kysymysten ja selitysten ohjaamaan tutkimusprosessiin.

Tietoyhteiskunnan haasteisiin vastaamiseksi on tärkeää luoda koulusta yhteisö, jossa oppijat ohjataan systemaattisesti osallistumaan **yhteisöllisen tiedonrakentelun** prosessiin. Tiedonrakentelulla tarkoitetaan tietoista ja järjestelmällistä työskentelyä oppimisyhteisön tuottaman tiedon - hypoteesien, teorioiden ja selitysten tai tulkintojen - kehittämiseksi ja parantamiseksi. Tiedonrakentelun pedagogiikassa pyritään tukemaan oppilaiden ymmärryksen syvenemistä ohjaamalla heidät työskentelemään tuottamansa tiedon parantamiseksi.

Tutkivassa oppimisessa olennaista on **tiedon käsittely objektina**, jota voidaan systemaattisesti kehittää. Yhteisön toiminnan kohteena ovat niin oppilaiden ja opettajan itsensä luomat ja kehittelemät käsitykset kuin vastaavat tieteelliset teoriat, selitykset ja empiiriset tulokset. Tutkivan oppimisen projektin tulos ei tästä näkökulmasta ole juliste, tutkimusraportti tai multimediaesitys sinänsä, vaan joukko käsitteitä ja ajatuksia, joiden kanssa oppilaat ovat projektin aikana työskennelleet ja joita he ovat tuottaneet.

Tutkivaa oppimista voidaan toteuttaa monella eri tavalla eikä tämän oppaan tarkoituksena on esittää yhtä ainoaa oikeaa tapaa. Eri luokka-asteilla ja eri oppiaineissa tutkimuksellisuuden rooli saattaa merkittävästi vaihdella. Pedagogisesta näkökulmasta mitkä tahansa oppimisen tutkimuksellisuutta vahvistavat muutokset ovat tervetulleita. Vaikka tässä oppaassa käsitellään erityisesti sitä, kuinka prosessia voidaan tukea tieto- ja viestintätekniiikan avulla, niin on aivan selvää, että sitä voidaan tehdä myös tavanomaisilla opetusmenetelmillä. Seuraavat piirteet näyttävät joka tapauksessa olevan hyvin tärkeitä tutkivan oppimisen peruseriaatteita.

- **Ymmärtämiseen tähtäävä oppiminen.** Tutkivalle oppimiselle on tyypillistä se, että ymmärtäminen on opettamisen ja oppimisen keskeisenä huomion kohteena. Koko ajan kysytään, miksi mitäkin asiaa tehdään, mikä on kyseisen asian merkitys, kuinka se liittyy muihin keskeisiin asioihin. Koko toiminnan tavoitteena on nimenomaan oppimisen kohteena olevien ilmiöiden ymmärtäminen, ei ainoastaan koulutehtävien suorittaminen tai arvosanojen saavuttaminen. Tuloksellinen oppimisprojekti edellyttää sitä, että oppilaat asettavat ymmärtämisen keskeiseksi tavoitteekseen ja sitoutuvat kognitiivisesti tavoitteen saavuttamiseen.
- **Oppiminen ongelmanratkaisuna.** Tutkivan oppimisen näkökulmasta oppiminen on ongelmanratkaisuprosessi. Mitä tahansa aihetta käsiteltäessä

on syytä pohtia, mitä ovat ne ongelmat, joiden ratkaisemiseen sisällön omaksuminen tähtää. Tutkivan oppimisen pedagogiikka ohjaa aina puhumaan siitä, mitä ovat ne ongelmat ja ongelma-alueet, joita käsitellään, pikemmin kuin siirtymään aihepiiristä tai sisällöstä toiseen.

- **Omien ennakko- tai intuitiivisten käsitysten esittäminen ja pohtiminen.** Tutkivassa oppimisessa oppilaiden omat käsitykset ja ajatukset otetaan vakavasti, ja yritetään saattaa ne yhteisen keskustelun kohteeksi. Oppilaita ohjataan muodostamaan omia käsityksiään asioista, vertaamaan niitä keskenään ja arvioimaan niitä suhteessa tieteellisiin teorioihin sen sijaan, että uuden sisällöt omaksuttaisiin sellaisenaan. Tavoitteena on näin saada oppilaat tulemaan tietoisiksi ennakkokäsityksistään ja huomaamaan mahdolliset ristiriidat omien käsitystensä ja uuden tiedon välillä.
- **Huomion kohdistaminen keskeisiin käsitteisiin ja “suuriin” ideoihin.** Tutkivan oppimisen kohteena on tiedonalan syvien periaatteiden ja avainkäsitteiden omaksuminen. Tästä seuraa, että kaikki toiminnat tähtäävät joidenkin keskeisten ajatusten ja ideoiden omaksumiseen sen sijaan, että käytäisiin pinnallisesti läpi suuri joukko sisältöalueita. Mikäli oppilaita vaaditaan hallitsemaan tavattoman laaja joukko erilaista faktatietoa, ei heille todennäköisesti jää aikaa tai resursseja syventyä ajattelemaan syvällisemmin oppimisen kohteeksi valittuja ilmiöitä. Jotta oppilaita ei hukutettaisi tietoon, tulisi opetus kohdistaa oppilaiden käsitteellisen ymmärryksen kannalta keskeisiin ilmiöihin.
- **Pyrkimyksenä on ilmiöiden selittäminen** eikä ainoastaan kuvaileminen tai tosiseikkojen mieleen painaminen. On huomattava, ettei ymmärtäminen synny ilmiöiden kuvaamisesta, vaan niiden merkityksen ja keskinäissuhteiden selittämisestä ja oivaltamisesta. Tästä seuraa, että oppilaita on ohjattava liittämään omat havainnot ja kokemukset taustalla oleviin laajempiin tai syvempiin periaatteisiin ja ideoihin, jotka antavat niille merkityksen. Tutkimusprojektin lopputulos on syventynyt ymmärrys joistakin keskeisistä käsitteistä.

Tutkiva oppiminen tähtää siihen, että oppilaat tarkastelisivat ja käsitteellistäisivät omaa tutkimus- ja tiedonkäsittelyprosessiaan, ja siten loisivat perustaa korkeamman asteen tiedonkäsittelytaitojen kehittymiselle. Useat tutkimukset osoittavat, että tutkivan oppimisen eri osatekijöiden tiedostaminen johtaa oppimistulosten paranemiseen. Oppilaan ajattelun kehityksen kannalta on tärkeää pystyä tietoisesti asettamaan ongelmia, tunnistamaan arvokkaita kysymyksiä, muodostamaan hyvin perusteltuja käsityksiä ja teorioita sekä etsimään selittävää tieteellistä tietoa.

YHTEENVETO

Tutkiva oppiminen soveltuu kaikille tiedonaloille, ei ainoastaan luonnontieteisiin.

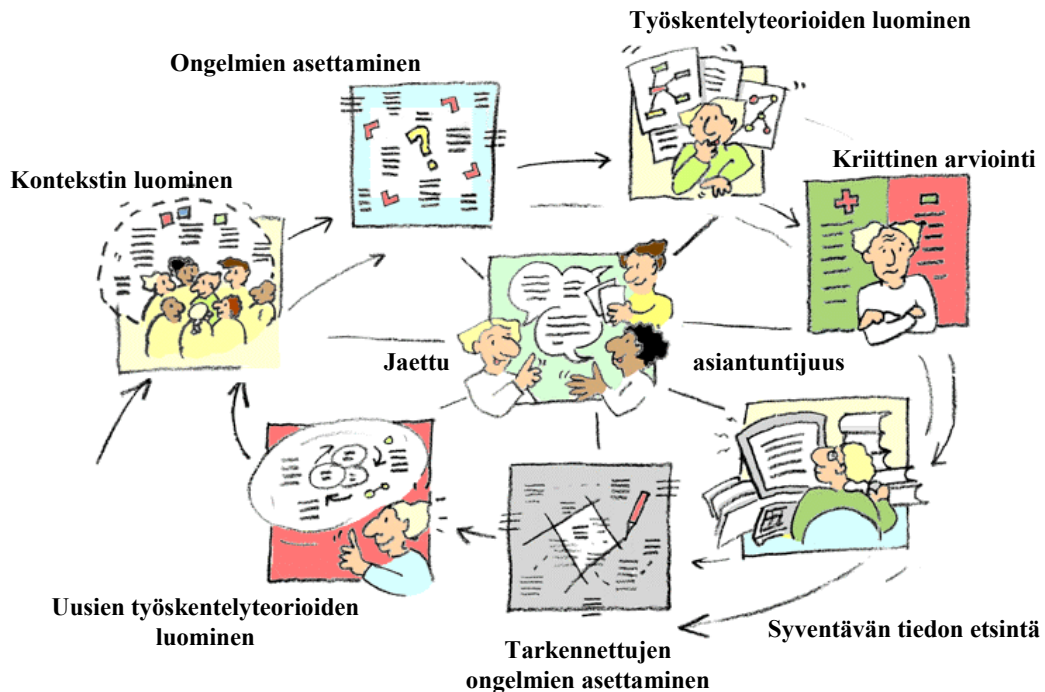
Tavanomaisen ja tutkivan oppimisen optimaalinen suhde vaihtelee opiskelijoiden iästä, kouluasteesta ja oppiaineesta riippuen.

Tutkiva oppiminen on vaativa prosessi, ja oppimiskulttuuri muuttuu hitaasti.

On tärkeää kokeilla erilaisia tutkivan oppimisen käytäntöjä ja pyrkiä löytämään asteittain uusia pedagogisia ratkaisuja, joiden välityksellä tutkimuksellisuuden merkitystä opetuksessa korostetaan.

2.2 Tutkivan oppimisprosessin osatekijät

Edellä esitetyn pohjalta voidaan luoda malli tutkivan oppimisprojektin osatekijöistä ja vaiheista. Vaiheita ei ole syytä ymmärtää liian mekaanisesti; ne ovat olennaisia osia tutkivan oppimisen prosessissa, mutta eri tilanteissa niiden rooli saattaa vaihdella ja joku vaihe jäädä kokonaan pois. Joskus saattaa esimerkiksi olla aiheellista antaa ongelmat valmiina (kunhan niin ei tehdä aina). Toisessa tilanteessa oppilaiden omilla ennakkokäsityksillä ei ehkä ole niin olennaista merkitystä kuin yleensä. Oppilaiden oman tiedonhankinnan saattaa toisinaan korvata opettajan selitys tai luokassa toteutettu koe. Joka tapauksessa on tärkeää oivaltaa, että tasapainoisessa tutkivan oppimisen prosessissa nämä kaikki vaiheet ovat tavalla tai toisella mukana. Prosessin keskeiset vaiheet on kuvattu kuviossa 1.



Kuvio 1.
Tutkivan oppimisen prosessi

Tutkivan oppimisen lähtökohtana on kontekstin luomisen, jonka välityksellä käsiteltävät ongelmat liitetään koulun ulkopuolisen maailman monimutkaisiin ongelmiin ja oppilaiden kokemuksiin. Seuraavassa vaiheessa oppilaita ohjataan asettamaan oman ymmärryksensä tarpeista nousevia ongelmia ja tuottamaan omia työskentelyteorioitaan (eli intuitiivisia käsityksiään) tutkimuksen kohteena olevista ilmiöistä. Asettamiinsa ongelmiin vastaamiseksi ja luomiensa käsitysten kriittiseksi arvioimiseksi oppilaat hakevat uutta syventävää tietoa monenlaisista tiedonlähteistä. Uuden tiedon pohjalta syntyy helposti uusia kysymyksiä, jotka ohjaavat prosessin syvenemistä ja uusien kehittyneempien käsitysten muodostumista. Kaikki tutkivan oppimisen vaiheet voidaan jakaa oppimisyhteisön jäsenten kesken. Tutkiva oppiminen on parhaimmillaan spiraalinomaisesti syvenevä prosessi, jossa alun epämääräiset kysymykset ja teoriat muuttuvat progressiivisesti täsmällisemmiksi ja paremmin perustelluiksi.

Tässä luvussa tarkastellaan kutakin näistä osatekijöistä yksityiskohtaisemmin ja valotetaan niiden taustalla olevia psykologisia perusteita. Tämän jälkeen käsitellään erikseen opettajan tehtäviä tutkivan oppimisen ohjaamisessa sekä sitä, kuinka tutkivaa oppimista voidaan tukea tieto- ja viestintätekniikan avulla.

Kontekstin eli asiayhteyden luominen

Tutkivan oppimisen kannalta on tärkeä valita sellainen aihepiiri, joka tarjoaa pohjan riittävän monimutkaisten ja käsitteellisesti haastavien sekä oppilaiden kannalta kiinnostavien ongelmien asettamiselle ja erilaisten näkökulmien ja lähestymistapojen soveltamiselle. Tutkivan oppimisen lähtökohtana on sellaisen **kontekstin** eli asiayhteyden luominen, joka auttaa opiskelijoita hahmottamaan opiskelun kohteena olevien ilmiöiden merkitystä. Tätä tukee olennaisesti kurssin tai oppimisprojektin **ankkuroiminen** sellaisiin aitoihin ja monimutkaisiin ongelmiin, joita vastaavan alan asiantuntijat työssään ratkaisevat. Erilaiset asiantuntijoiden kohtaamat ongelmanratkaisutehtävät ja -tapaukset tai valintatilanteet luovat merkityksellisen asiayhteyden oppimisprojektin toteuttamiselle.

Asiayhteyden luomisessa opiskelijoiden omilla mielenkiinnon kohteilla tai aikaisempien projektien herättämällä kysymyksillä saattaa olla keskeinen osuus. Ankkuroitaessa koulussa käsiteltäviä asioita todelliseen maailmaan on tärkeää pohtia, mitkä koulun tiedollisten tavoitteiden kannalta keskeiset käsitteet liittyvät näihin ilmiöihin. Tämä on tärkeää sen takia, että toisinaan hyvin moniulotteisen ja rikkaan ongelman käsittely hajoaa suureksi joukoksi erilaisia näkökulmia, eikä oppilaille synny yhtenäistä käsitteellistä ymmärrystä.

Tutkivan oppimisen toteuttaminen on vaativaa ja vie usein enemmän aikaa kuin perinteinen oppiminen. Tämä edellyttää, että lukusuunnitelmaan sisältyviä asioita asetetaan tärkeysjärjestykseen ja kohdistetaan opetus- ja oppimistoiminta kaikkein keskeisimpiin **käsitteisiin ja ajatuksiin**. Tutkivan oppimisen kurssi kannattaa toteuttaa valitsemalla johonkin tiedonalaan tai kurssiin liittyvät keskeiset käsitteet ja rakentamalla tutkivan oppimisen kurssi näiden varaan. Parhaimmillaan oppilaat voivat tällaisen prosessin välityksellä oivaltaa, kuinka koulussa käsiteltävät asiat liittyvät koulun ulkopuolisen maailman ongelmiin ja miksi kyseisten ongelmien ratkaiseminen on tärkeää.

Tutkimusongelman asettaminen käynnistää oppimisprosessin

Tutkivan oppimisen tärkeimpänä lähtökohtana on oppimisprosessin ohjaaminen ongelmia asettamalla. Ongelmien keskeinen rooli tutkivassa oppimisessa pohjautuu niiden tavattoman suureen kognitiiviseen arvoon. Eräässä perinteisessä leikissä onnistutaan 20 kysymystä taitavasti esittämällä arvaamaan toisen mielessä oleva mielivaltainen esine; parhaimmillaan kukin kysymys puolittaa mahdollisuuksien avaruuden. Vastaavasti koululaiset pääsevät kysymyksiä esittämällä hyvin nopeasti ihmiskunnan tiedon äärirajoille ja koskettelevat ongelmia, joihin meillä ei vielä ole valmista vastausta. Tällaiseen prosessiin osallistuminen on arvokas kokemus, joka tukee itsenäisen ja rohkean ajattelun kehitystä. Vaikka opettaja säätelee kurssin tai oppimisprojektin aihepiirin, opiskelijoiden tehtävänä on määritellä ne ongelmat, joita he ryhtyvät tutkimaan.

Ongelmalähtöisellä työskentelyllä ei ole kovin suurta merkitystä tavanomaisessa oppimisessa. Oppilaat työskentelevät hyvin usein erilaisten tehtävien toteuttamiseksi ilman, että he varsinaisesti ratkaisisivat ongelmia. Lisäksi oppilaiden itsensä asettamilla ongelmilla ei ole merkittävää roolia. Tieteellistä tietoa opiskellaan usein valmiiksi jäsenneltyinä sisältöinä ilman taustalla olevien ongelmien tunnistamista tai käsittelyä. Kuitenkin sekä tieteellinen tutkimus että asiantuntijoiden työ erilaisilla tiedonaloilla voidaan nähdä nimenomaan jatkuvasti eteneväksi ongelmanratkaisuprosessiksi. Esimerkiksi tieteelliset teoriat voidaan ymmärtää taustalla olevien ongelmien ratkaisuksi, joilla on omat rajoituksensa, pikemmin kuin sellaisenaan mieleen painettaviksi valmiiksi totuuksiksi. Tieteellisen ajattelun kehittyminen voi tapahtua ainoastaan tällaiseen ongelmanratkaisuprosessiin osallistumalla.

Tutkivan oppimisen onnistumisen kannalta on tärkeää asettaa haasteellisia, ajattelutyötä edellyttäviä ongelmia. Kouluoppimista hallitsevat usein yksinkertaiset kysymykset, joihin voidaan vastata esittämällä **tosiseikkoja** (esim. mitä, missä, milloin, kuinka monta). Lasten projektien ja koulukirjojen havainnointi paljastaa, että heitä vain hyvin harvoin rohkaistaan esittämään selitystä etsiviä kysymyksiä. Esimerkiksi Lipposen ja Hakkaraisen tekemä tutkimus osoitti, ettei peruskoulun oppilaita juuri ohjata asettamaan hyviä kysymyksiä; noin 90% peruskoulun kolmannen luokan oppilaiden spontaanisti asettamista ongelmista oli tosiseikkoihin suuntautuneita mitä, missä ja milloin -kysymyksiä. Oppilailta edellytetään usein tosiseikkojen ja muun kuvailevan tiedon omaksumista ja rutiinien hallintaa ilman, että heitä ohjattaisiin taustalla olevien ilmiöiden todelliseen ymmärtämiseen.

Tutkivan oppimisen näkökulmasta on keskeistä asettaa **ymmärtämisen tarpeesta syntyviä ongelmia**. Tällaiset ongelmat syntyvät usein opiskelijan aikaisemman ja uuden tiedon välisestä ristiriidasta tai vaikeudesta liittää jotakin uutta ilmiötä tai tietoa aikaisempaan tietämykseen. Tällaiset ongelmat ovat hyvin usein miksi- tai kuinka-kysymyksiä, joihin vastaaminen edellyttää selityksen esittämistä. Tällaisten selitystä etsivien kysymysten ratkaisemisella on yhtenäisen ja mielekkään maailmankuvan luomisen kannalta tärkeä merkitys. Ongelman asettaminen ohjaa opiskelijan aikaisempien tietojen ja käsitysten aktivoimista sekä päätelmien tekemistä sen varassa, mitä oppija jo tietää. Oppilaat esittävät korkeatasoisimpia kysymyksiä silloin, kun heitä ohjataan asettamaan kysymyksiä **ennen** uuteen aiheeseen perehtymistä.

Ongelmalähtöinen työskentelytapa luo edellytykset tiedonlähteiden mielekkäälle käytölle ja suurten informaatiomäärien hallitsemiselle. Ilman ongelmalähtöistä

lähestymistapaa tiedonhankinta ohjautuu helposti tiedonlähteiden rakenteesta eikä oppijan omista kognitiivisista tavoitteista, jolloin seurauksena on usein tiedon mekaaninen kopioiminen tai yhdistely. Ajattelutyöhön ohjaavien kysymysten yhteydessä myös yksinkertaisempien faktakysymysten esittäminen voi olla mielekästä.

Oppijan omien työskentelyteorioiden luominen

Tärkeänä tutkivan oppimisen osatekijänä on oppilaiden omien työskentelyteorioiden (eli arvausten, hypoteesien, selitysten tai tulkintojen) muodostaminen. Tarkoituksena on esittää mahdollinen selitys- tai ratkaisumalli tutkimuksen kohteena olevalle ongelmalle aikaisemman tiedon tai kokemuksen varassa. Työskentelyteoria tai selitys ei käsitteen psykologisessa merkityksessä edellytä sitä, että se olisi loppuun asti kehitelty tai täysin selkeästi ilmaistu kokonaisuus. Ihmisellä on luonnollinen taipumus luoda teorioita tai selityksiä, joiden avulla voi hahmottaa maailmaa ja asioiden välisiä yhteyksiä. Aina kun kohtaamme jonkin yllättävän ilmiön (joku nuori poika juoksee kadulla nurkan takaa eteemme pelästyneen näköisenä), luomme oletusluonteisia selityksiä (esim. hän pakenee jotakin toista poikaa), joita voimme eri tavoin testata (kysymällä tai tapahtumien kehitystä tarkkailemalla). Selittämisen tarve syntyy jostakin yllättävästä tapahtumasta, asioiden ihmettelystä tai tiedosta, joka ei sovi aikaisempiin käsityksiimme.

Tutkivan oppimisen tavoitteena on ’jalostaa’ ihmisen luonnollista tarvetta luoda maailman ymmärtämistä palvelevia selityksiä ja ohjata oppilaat työskentelemään tietoisesti omien työskentelyteorioidensa kehittämiseksi ja syventämiseksi. Hyvin usein kouluprojektit ohjaavat oppilaita ainoastaan kuvailemaan omia kvalitatiivisia havaintojaan (esimerkiksi kuinka kemiallisessa kokeessa syntyy ”möykkyjä” ja ”keltaista savua”), mutta ei selittämään oletuksiaan siitä, millaisten kemiallisten reaktioiden välityksellä prosessi tapahtuu. Toisinaan oppilaita ohjataan vertailemaan havaintojaan (esimerkiksi erilaisia biologisia olentoja tai kulttuureja), mutta harvoin rohkaistaan selittämään, miksi havaitut erot esiintyvät.

Keskeinen tutkivan oppimisen haaste on löytää positiivisia keinoja käsitellä oppilaiden tieteellisestä tiedosta poikkeavia intuitiivisia käsityksiä. Tämä voi tapahtua esimerkiksi asettamalla ne oppimisyhteisön yhteisen keskustelun, pohdinnan ja arvioinnin kohteeksi. Tämän kautta voidaan päästä tilanteeseen, jossa oppilaat itse huomaavat tieteellisten teorioiden arvon ja sisäistävät ne tietoisesti. Oppilaiden oma ajattelu tuottaa aina oppikirjoista poikkeavia käsityksiä. Mikäli oppilaat ainoastaan toistavat ”oikeita vastauksia”, voidaan sitä pitää merkinä siitä, että luokassa tapahtuu vain vähän todellista ajattelua. Hyviä tuloksia tuottaa yleensä se, että opiskelijoita ohjataan muodostamaan omia selitys- tai ratkaisumallejaan tutkivan opiskelun kohteena olevista ilmiöistä **ennen kuin tutustutaan aiheeseen liittyvään uuteen materiaaliin**. Tämä voi auttaa opiskelijoita huomaamaan ristiriidat ja yhteensovittamisen ongelmat omien intuitiivisten käsitystensä ja uuden tiedon välillä.

Selittäminen on enemmän kuin ilmiöiden kuvaileminen, luokittelu tai vertaileminen. Se on prosessi, jossa oppijaa ohjataan tietoisesti menemään aikaisemmin tiedetyn ja hyvin hallitun tiedon ylärajalle. Prosessin aikana luodaan oletuksia ja ennakoita siitä, miten ja miksi tutkimuksen kohteena olevat ilmiöt tapahtuvat ja liittyvät toisiinsa. Selittämisen kognitiivinen arvo perustuu selittäminen ja ymmärtämisen väliseen yhteyteen; arvioimme ihmisen ymmärtävän jonkun ilmiön silloin kun hän pystyy

selittämään, miksi ja kuinka ilmiö tapahtuu. Ymmärryksen syvenemistä tukee olennaisesti se, että yksilöä ohjataan tuottamaan jatkuvasti asteittain syveneviä selityksiä. Ilmiöiden selittäminen auttaa liittämään tosiseikat toisiinsa, löytämään niiden välisiä merkitysyhteyksiä ja muodostamaan kokonaisvaltaisen käsityksen tutkimuksen kohteena olevasta ilmiöstä. Yleensä tulemme tietoisiksi ymmärryksessämme olevista aukoista silloin, kun huomaamme, ettemme pysty jotakin asiaa selittämään, vaikka se vaikutti aivan selvältä.

Ymmärtäminen edellyttää, että ihminen pyrkii selittämään asioita itselleen tai muille sen sijaan, että hän ainoastaan yrittäisi painaa niitä mieleensä. Monet tutkimukset osoittavat, että tietoinen pyrkimys **selittää asioita itselle** tuottaa taidon selviytyä uusista ongelmanratkaisutehtävistä. Sen sijaan valmiiden selitysten mieleen painaminen ei ole yhtä tehokasta. Erään ensimmäisen vuoden luonnontieteen yliopisto-opiskelijoihin kohdistuneen tutkimuksen mukaan sellaiset opiskelijat, jotka selittävät itselleen fysiikan esimerkkejä, ratkaisivat oikein suuremman joukon ongelmatehtäviä kuin muut opiskelijat, joilla oli fysiikasta (erikseen arvioituna) yhtä hyvät tiedot. Itselleen selittäminen ohjasi opiskelijoita luomaan ja oivaltamaan uusia merkitysyhteyksiä ja johtamaan esimerkeistä seurauksia. Valmiiden selitysten mieleen painaminen ei sen sijaan johtanut tutkimuksen mukaan oppijan oman suoritustason kohoamiseen.

Selittäminen sitoo oppilaat syvenettyyn työskentelyyn tiedon kanssa; he sitoutuvat tiedon kehittäväseen prosessointiin, jossa syntyy uusia ajatuksia ja merkitysyhteyksiä. Tiedon syväinen omaksuminen edellyttää oppijalta aktiivista työskentelyä tiedon etsimiseksi, merkitysyhteyksien löytämiseksi ja suurempien tietokokonaisuuksien muodostamiseksi. Itselleen selittämisen prosessia voidaan tukea ohjaamalla oppilaita selittämään asioita kirjoittamalla ja piirtämällä, johon uusi tieto- ja viestintäteknikka antaa hyvät välineet. Vastaavasta oppimistulosten olennaisesta paranemisesta on saatu kokemuksia silloin, kun oppilaita on ohjattu selittämään asioita toisilleen (ks. jaettava asiantuntijuutta käsittelevä luku).

Selittämisen ja ymmärtämisen läheisen yhteyden vuoksi selittämällä tulisi olla aikaisempaa huomattavasti tärkeämpi rooli oppimisessa. Selittäminen on erityisen tärkeää luonnontieteen opetuksessa, jossa oppijan on omaksuttava kokonaan toisenlainen tapa hahmottaa maailmaa. Kuitenkaan oppijan omien intuitiivisten käsitysten esittämisellä ei nykyisellään ole juuri lainkaan roolia tiedeopetuksessa. Tiedeopetus koulussa keskittyy tyypillisesti joidenkin prosessitaitojen opettamiseen, jotka perustuvat luonnonilmiöiden tarkkaan havainnointiin ja joihinkin kokeellisen tutkimuksen periaatteisiin.

Useat kognitiiviset tutkijat väittävät, että tiedeopetus perustuu yleensä empiristiseen tai induktivistiseen käsitykseen tieteestä. Sen mukaisesti tieteellisen tiedon uskotaan syntyvän tarkoista havainnoista ja niiden luokittelusta, ja käsitteellinen ymmärryksen jotenkin itsestään seuraavan havaintotiedosta. Tosiasiassa havaintojen ja kokeiden tekemistä ohjaa aina tutkijan pyrkimys ymmärtää tutkimiaan ilmiöitä ja vastata joihinkin teoriasta syntyneisiin kysymyksiin. Kokeiden tuottamat havainnot ovat monella tavalla riippuvaisia tutkijan taustaoletuksista (tätä kutsutaan havaintojen teoriapitoisuudeksi). Empirististen käytäntöjen seurauksena tiedeopetus ei yleensä pysty välittämään oppilaille käsitystä teorioiden merkityksestä tieteellisen ymmärryksen syntymisessä tai tieteellisessä muutoksessa. Siksi tieteelliset käsitteet ja teoriat omaksutaan usein pelkästään muistettavina faktoina tai toimintakaavioina. Hyvin keskeisenä tehtävänä kognitiiviset tutkijat näkevät sen opettamisen, kuinka hypoteeseja, teorioita tai malleja voidaan käyttää ideoiden kehittämisessä, laajentamisessa tai testaamisessa.

Työskentelyteorioiden kriittinen arviointi

Kriittinen arviointi viittaa prosessiin, jonka välityksellä oppijat arvioivat kriittisesti mutta rakentavasti oman tutkimusprosessinsa edistymistä ja asettavat uusia tavoitteita. Arvioinnin kohteina voivat olla oppimisyhteisön tuottamat työskentelyteoriat: niiden vahvuuksien ja heikkouksien pohdiskelu sekä niiden vertaaminen tieteellisiin teorioihin. Kriittinen arviointi tähtää oppimisyhteisön luomien teorioiden kehittämiseen ja parantamiseen nostamalla esiin niiden epäselvyyksiä tai puutteellisuuksia ja asettamalla uuden syventävän tiedon hankintaan liittyviä tavoitteita.

Kriittinen arviointi edellyttää sitoutumista rakentavaan vuorovaikutukseen. Tällaiselle vuorovaikutukselle on tyypillistä se, että keskeinen huomio kiinnitetään oppimisyhteisön tuottamiin ajatuksiin ja ideoihin. Tärkeää ei ole niinkään se, kuka esittää jonkun ajatuksen, vaan keskustelun kohdistaminen ryhmän tuottamiin ajatuksiin eikä esimerkiksi niiden esittäneiden opiskelijoiden henkilökohtaisiin ominaisuuksiin. Tärkeämpää kuin se, onko jokin ajatus loppuun kehitetty on se, voidaanko sitä kehittää eteenpäin ja aukaiseeko se uusia näkökulmia tutkimuksen kohteena olevaan ilmiöön. Edelleen on tärkeämpää synnyttää yhteinen ymmärrys tutkimuksen kohteena olevista ilmiöistä kuin saavuttaa pinnallinen tai näennäinen yksimielisyys. Edistyksestä kertoo se, että oppilaat ymmärtävät, mistä asioista ja miksi ollaan eri mieltä.

Uuden syventävän tiedon hankkiminen

Tutkivan oppimisen prosessiin kuuluu kiinteästi **uuden syventävän tiedon etsintä** monenlaisista tiedonlähteistä (tieteellinen ja ammattikirjallisuus, erilaiset kirjalliset ja sähköiset lähteet, asiantuntijat tai esimerkiksi tutkimusaineiston kokoaminen). Tutkivan oppimisen tavoitteena on auttaa oppilaita tietoisesti työskentelemään omien teorioidensa ja selitystensä kehittämiseksi. Tämä ei ole mahdollista, ellei tutkivan oppimisen prosessi johda lähtökohtana olevien tietojen syvenemiseen. **Oppilaita on ohjattava järjestelmällisesti etsimään erityisesti selittävää tieteellistä tietoa ja tunnistamaan tällainen tieto muun tiedon joukosta.** Kaikille on tärkeää osata etsiä yleisiä periaatteita ja ydinkäsitteitä, joiden avulla voi ymmärtää erilaisia ilmiöitä.

Kuten edellä todettiin, tutkivan oppimisen näkökulmasta teoriat palvelevat ilmiöiden selittämistä ja ymmärtämistä. Teoriat ovat käsitteellisiä työvälineitä, joiden avulla voidaan selittää suuri joukko ilmiöitä nojautumalla pieneen perusoletusten joukkoon. Selittävän tiedon etsiminen tutkivan oppimisen yhteydessä auttaa oppilaita oivaltamaan niitä ongelmia, joiden ratkaisemiseksi teoriat on luotu. Samalla teorioiden ymmärtäminen edellyttää luonnollisesti myös sitä, että etsitään esimerkkejä ja tapauksia, jotka valaisevat teorioiden ja selitysten soveltamista. Tiedonhankintataitoihin liittyy luonnollisesti taito arvioida hankitun tiedon luotettavuutta, mutta myös kyky kiinnittää huomiota siihen, missä tarkoituksessa ja millaisilla perusteilla tutkimuksen kohteena oleviin ilmiöihin liittyviä väitteitä esitetään.

Tarkentuvien kysymysten asettaminen

Onnistunut tutkiva oppimisprojekti on asteittain syvenevä prosessi. Tutkimusprosessille on tyypillistä, että se täytyy aloittaa, ennen kuin yksilöllä on hallussaan täydellistä tietoa tutkimuksen kohteena olevista asioista. Prosessin

lähtökohtana on jokin hyvin yleinen tai epätarkka kysymys ja enemmän tai vähemmän puutteellinen työskentelyteoria. Tutkimusprosessin dynaamiseen luonteeseen kuuluu, että nämä epätarkat kysymykset ja epäselvät teoriat tarkentuvat prosessin kuluessa.

Vähänkään monimutkaisempaa ongelmaa ei voida ratkaista kertaluontoisella tai pinnallisella tiedon etsinnällä. Oppilaita tulisi ohjata systemaattiseen tiedonhankintaprosessiin, joka ei keskeydy ensimmäisen merkityksellisen tietolähteen löytämiseen, vaan toistuu asteittain syvenevinä tiedonhankintakierroksina. Oppilaita tulisi ohjata arvioimaan kunkin tiedonhankintakierroksen aikana hankittua tietoa kriittisesti ja käsittelemään sitä kehittävästi. Uuden tiedon yhdistäminen oppilaan aikaisempaan tietoon synnyttää uusia ongelmia, joiden ratkaiseminen vuorostaan edellyttää aikaisempaa syvempää tiedonhankintaprosessia. Monet näistä uusista kysymyksistä on mahdollista esittää vasta uuden tiedon omaksumisen jälkeen.

Tutkivan oppimisen käytännöt ovat hyvin lähellä filosofi Jaakko Hintikan **interrogatiivisen tutkimuksen mallia**, jota on edelleen kehittänyt mm. Matti Sintonen. Hintikka esittää, että tieteellinen tutkimus voidaan ymmärtää kysymysten esittämiseksi luonnolle. Tieteellisten kokeiden tulokset voidaan nähdä luonnon “vastauksiksi” esitettyihin kysymyksiin. Hintikka erottaa toisistaan tutkimusprosessin lähtökohtana olevat suuret tai pääkysymykset ja pienet tai alistetut kysymykset. Tiede vastaa suuriin kysymyksiin jakamalla ne joukoksi pienempiä kysymyksiä. Etsimällä vastauksia näihin pienempiin kysymyksiin voidaan asteittain lähestyä lähtökohtana olleeseen suureen kysymykseen vastaamista. Aina silloin kun luodaan uusia selityksiä tai saadaan uutta tietoa, nousee esiin uusia kysymyksiä, joita ei projektin alussa olisi voitu ennakoita.

Vastaava prosessi voidaan saada aikaan tutkimuksellisessa oppimisprojektissa, jossa oppilaat tutkivat luontoon, yhteiskuntaan tai ihmiseen liittyviä ilmiöitä omia tutkimuskysymyksiään kehittämällä. Projektin alussa esitetyt kysymykset toimivat ainoastaan tutkimuksen lähtökohtana, ja niitä tarkennetaan asteittain muodostamalla prosessin aikana syntyvistä uusista ongelmista sarja pienempiä tai asteittain **tarkentuvia kysymyksiä**. Näitä kysymyksiä syntyy luonnollisesti, kun oppilaat vertaavat intuitiivisia selityksiään toisiinsa tai tieteellisiin selityksiin ja kun he pyrkivät tietoisesti näiden tieteellisten selitysten ymmärtämiseen ja omaksumiseen.

Monet tutkimukset osoittavat, että peruskoulun oppilaat ovat paitsi kykeneviä muodostamaan mielekkäitä intuitiivisia selityksiä, jotka tukevat heidän käsitteellisen ymmärryksensä syvenemistä, myös luopumaan puutteellisiksi havaitsemistaan intuitiivisista selityksistä, joilla on vain rajoitettu selitysala ja -voima tai jotka perustuvat mielivaltaisiin olettamuksiin. Hakkarainen analysoi väitöskirjassaan ala-asteen oppilaiden tutkivan oppimisen prosessia CSILE-ympäristössä kolmen tieteellisen tutkimusprosessin peruspiirteiden näkökulmasta. Näitä ovat 1) sitoutuminen asteittain syvenevään selittämisen prosessiin, 2) uusien tutkimuskysymysten kehittäminen prosessin lähtökohtana olleeseen ongelmaan vastaamiseksi ja 3) oppilaiden välinen selitysten kehittymistä tukeva vuorovaikutus. Hänen aineistonsa osoittaa, että jo hyvin nuoret oppilaat pystyvät hämmästyttävän korkeatasoisiin tieteellistä tutkimusprosessia muistuttaviin oppimissuorituksiin. He pystyvät tuottamaan intuitiivisia teorioita ja kehittämään niitä keskinäisen vuorovaikutuksensa välityksellä. Keskeistä prosessissa on sitoutuminen uusien tutkimusongelmien asettamiseen prosessin lähtökohtana olleeseen ongelmaan vastaamiseksi. Kolmen kansainvälisesti tunnetun tieteenfilosofin riippumaton arviointi tuki esitettyjä johtopäätöksiä. Tällaisten oppimisprosessien syntyminen kuitenkin edellyttää opettajalta erittäin vahvaa ohjausta.

Asteittain tarkentuvien teorioiden ja selitysten luominen

Oleellinen tutkivan oppimisen onnistumisen kriteeri on se, johtaako prosessi siihen, että oppilaat pystyvät luomaan asteittain monimutkaistuvia teorioita, luopumaan tarvittaessa omista intuitiivisista käsityksistään ja löytämään tutkimuksen kohteena olevien ilmiöiden selittämisen kannalta relevantteja käsitteellisiä teorioita tai malleja. Tämä edellyttää sitä, että oppilaat työskentelevät systemaattisesti muodostamiensa teorioiden tai mallien kehittämiseksi ja hakevat uutta tietoa useina asteittain syvenevinä kierroksina.

Tutkiva oppiminen tähtää yksilön tietoperustan uudelleen organisoitumiseen tiedonalan perustavien periaatteiden ympärillä. Tämä tarkoittaa sitä, ettei oppimisessa tapahdu vain tietojen lisääntymistä tai uskomusten muuttumista, vaan myös **käsitteellistä muutosta**. Käsitteellisellä muutoksella tarkoitetaan uusien tiedonalan ydinkäsitteiden sisäistämistä, johon liittyy käsitteiden välisten hierarkkisten suhteiden muuttuminen ja uusien selityspeeriaatteiden omaksuminen.

Ihmisen tiedonkäsittelykyvyn rajoituksista seuraa, että oppijan on hyvin vaikea tunnistaa ristiriitaa eri tilanteissa muodostettujen uskomusten välillä. Selittämisen välityksellä yksilö pystyy usein muuttamaan tietoperustansa yhdenmukaisemmaksi kokonaisuudeksi. Sitoutuminen selittämisen prosessiin pakottaa oppijan käsittelemään syvällisemmin muistissaan olevaa tietoa ja siten muuttamaan korkeammantasoista aiheeseen liittyvää tietorakenteen osaa. Olelliset muutokset ihmisen käsitteiden hierarkiassa tapahtuvat vähitellen ja edellyttävät jatkuvaa selittämisen prosessia.

Käsitteellinen muutos vaatii oppilailta monimutkaista ongelmanratkaisua ja eri tiedonaloja jäsentävien selittävien periaatteiden sisäistämistä. Kouluoppimisessa ei kuitenkaan yleensä tapahdu käsitteellistä muutosta, vaan oppilaat omaksuvat tieteellisen tiedon irrallisina tietorakenteina, joilla ei ole vaikutusta heidän ajatteluunsa kokonaisuutena. Tämä näkyy erilaisten virhe käsitysten (engl. misconceptions) yleisyytenä pitkälle yliopisto-opintoihin. Tieto, jonka oppilas oppii silloin, kun hän pyrkii intentionaalisesti ymmärtämiseen ja selittämiseen, liittyy monin merkitys- ja mielekkäisyysyhteyksin oppilaan muuhun tietoon. Tällainen tietoperusta sekä mahdollistaa tarkoituksenmukaisen ja tehokkaan ongelmanratkaisun että luo pohjan käsitteelliselle muutokselle.

Tutkimusprosessia aloitettaessa työskentelyteoriat ovat usein epämääräisiä ja summittaisia, mutta muuttuvat onnistuneen tutkimusprosessin välityksellä tarkemmiksi ja paremmin perustelluiksi. Jokaisella oppilaalla on hänelle ominainen yksilöllinen tapa hahmottaa todellisuutta. Tämän takia oppijan omien käsitysten muodostaminen synnyttää väistämättä virheellisiä tai puutteellisia intuitiivisia käsityksiä. Ei ole kuitenkaan niin vaarallista, jos oppilas tuottaa “virheellisiä” selityksiä; näin tapahtuu aina silloin, kun ihminen sitoutuu aitoon ajatteluprosessiin, jossa ongelmien ratkaisua ei tiedetä etukäteen. Oppijan omista intuitiivisista käsityksistä ei voida päästä eroon ainakaan syrjäyttämällä ne kokonaan koulukeskustelusta, pikemminkin päinvastoin. Mikäli oppijan omia käsityksiä ei oteta tietoisesti tarkastelun kohteeksi, seurauksena on tieteellisen tiedon ulkokohtainen omaksuminen ja intuitiivisten käsitysten aktivoituminen aina kohdattaessa koulussa käsitellyistä ongelmista vähänkin poikkeava ongelma. Pääasia on se, että oppilaat opettajan ohjauksessa pääsevät etenemään kohti parempia ja yleisesti hyväksytyjä selityksiä tutkimuksen kohteena olevista ilmiöistä.

Jaettu asiantuntijuus tutkivan oppimisen tukena

Tutkivan oppimisen keskeisenä tavoitteena on jakaa tutkimusprosessi ja kaikkien osavaiheet (ongelmien asettaminen, selitysten luominen, uuden tiedon etsiminen) oppimisyhteisön jäsenten kesken. Taustalla on ajatus, jonka mukaan ihmisen osaaminen kehittyneessä tietoyhteiskunnassa ei ole enää kuvattavissa yksittäisen ihmisen taitona, vaan esimerkiksi asiantuntijoiden ja heidän käyttämiensä teknisten laitteiden muodostamien verkostojen osaamisena. Yksilön tehtävä tällaisessa verkostossa ei ole jonkin tietyn kokonaisuuden hallitseminen, vaan enemmänkin toisten osaamisen täydentäminen. Omien tietojen ja taitojen ohella myös vuorovaikutusta muihin toimijoihin voidaan pitää merkittävänä resurssina. Jaetun asiantuntijuuden malleja ja käytäntöjä löytyy perinteisesti enemmän työelämästä kuin koulumaailmasta, jossa oppiminen on usein suunniteltu ja mielletty yksilölliseksi prosessiksi.

Jaettu asiantuntijuus viittaa prosessiin, jonka aikana useat ihmiset jakavat tietoon, suunnitelmiin ja tavoitteisiin liittyviä kognitiivisia resursseja saavuttaakseen jotakin, joka yksittäinen ihminen ei pystyisi toteuttamaan. Rajoitetuilla päättelyresursseilla ja epätäydellisellä tiedolla varustetut yksilöt pystyvät sosiaalisessa vuorovaikutuksessa usein saavuttamaan yksilön mahdollisuudet ylittävän ymmärryksen. Kahden tai useamman “tietämättömän” yksilön yhteiset ponnistukset synnyttävät usein jotakin enemmän kuin osanottajien omat yksilölliset ponnistukset.

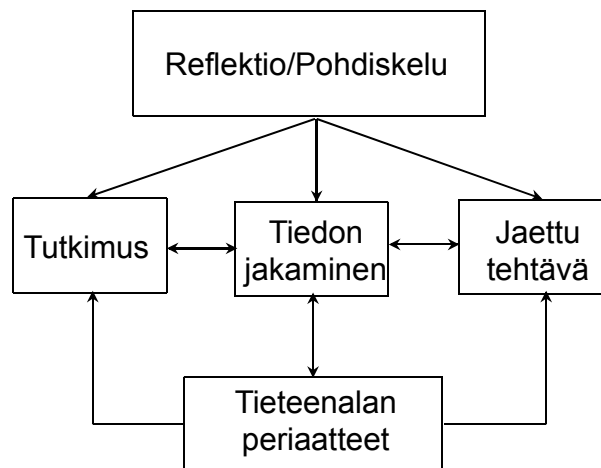
Sosiaalisen vuorovaikutuksen arvo näyttää olevan siinä, että toisen/toisten palaute toimii välineenä synnytettyjen ideoiden testaamisessa. Omien käsitysten tarkastelu muiden näkökulmasta on älykkään toiminnan ja uusien ideoiden synnyn kannalta olennaista. Selittääkseen käsityksensä toisille oppijan täytyy sitoutua johonkin näkökohtaan, muuntaa omat uskomuksensa tietoisiksi sekä organisoida ja uudelleen organisoida omia käsityksiään. Tämänkaltaisen prosessin välityksellä yksilön käsitysten heikkoudet tulevat ilmeisiksi ja helposti havaittaviksi. Tutkivan oppimisen tavoitteena on ohjata oppilaita käyttämään toisiaan tiedonlähteinä, ajatusten testaajina, ajattelumallien välittäjinä ja yleisesti oman tieto- ja päättelyjärjestelmänsä laajenuksena.

Jaetun asiantuntijuuden mallia on kehitetty pitkälle Ann L. Brownin ja hänen tutkimusryhmänsä oppimisyhteisö-projektissa. Malli perustuu ajatukseen, jonka mukaan jokaisella oppimisyhteisön jäsenellä, sekä opettajalla että oppilaalla, on muita enemmän asiantuntemusta jossakin asiassa. Kenelläkään ei ole kaikkea asiantuntijuutta, ei edes opettajalla. Jaetun asiantuntijuuden mallissa oppilaiden kiinnostuksen ja tietopohjan eroja voidaan käyttää opetus–oppimis-prosessissa hyväksi, sen sijaan että ne nähtäisiin ongelmaksiksi.

Mallista seuraa se, ettei kaikilla oppilailla tarvitse olla täsmälleen samoja tietoja ja taitoja, vaan kunkin oppilaan asiantuntijuutta voidaan kehittää heidän omalla alueellaan. Tietylle alueelle erikoistumista kutsutaan pääaineopiskeluksi (engl. *majoring*). Oppilaalle voi olla todella motivoivaa osata erilaisia asioita kuin hänen oppilastoverinsa ja pystyä välittämään muilta puuttuvaa tietämystä. Tämä voi luoda hyvän pohjan sitoutumisessa asiantuntijuuden kehittymisen kannalta olennaiseen jatkuvaan haasteellisten ongelmien asettamiseen (progressiivinen ongelmanratkaisu). Näyttää siltä, että asiantuntijuus kehittyi nimenomaan tällaisessa eritasoisten asiantuntijoiden muodostamassa yhteisössä. Mallin tarkoituksena on edesauttaa oppilaiden kehitystä asiantuntijoiden tapaan työskenteleviksi älykkäiksi aloittelijoiksi välittämällä heille asiantuntijan ajattelu- ja toimintamalleja. Jaetun asiantuntijuuden mallin tarkoituksenmukainen soveltaminen

edellyttää sellaisten oppimistehtävien antamista, jotka vaativat opiskelijoita jakamaan tietämystään ja omaa oppimisprosessiaan.

Jaetun asiantuntijuuden mallissa (Kuvio 2) oppijat osallistuvat itsenäisesti ja ryhmissä tutkimukseen jostakin aihepiiriin liittyvästä ilmiöstä, jonka ymmärtäminen on viime kädessä koko oppimisyhteisön vastuulla. Jaetun asiantuntijuuden mallin tavoitteena on ohjata oppilaat säätelemään omaa ajatteluprosessiaan ja ymmärryksensä syvenemistä. Tätä tavoitetta palvelee a) tutkimusprosessin toteuttaminen ja b) hankitun tiedon hajauttaminen tai jakaminen (engl. sharing) muiden oppilaiden tai ryhmien kanssa yleensä koko luokan yhteisen keskustelun välityksellä. Jaetun asiantuntijuuden mallin tarkoituksenmukaisen soveltaminen edellyttää, että c) oppilaille annetaan oppimistehtäviä, jotka vaativat oppilaita jakamaan tietämystään. Yksikään ryhmä ei voi toteuttaa tehtävää yksin, vaan on riippuvainen muiden ryhmien tuesta. Mallin keskeisenä osatekijänä on siten oppimisyhteisön tai ryhmän yhteisen, jaetun tehtävän kaikkien vaiheiden ja osien d) yhteinen pohdiskelu. Koko toiminnan tavoitteena on e) kyseiseen tutkimusprojektiin liittyvien tieteenalojen syvän käsitteellisen ytimen ja selittävien periaatteiden ymmärtäminen.



Kuvio 2.
Jaetun asiantuntijuuden malli

YHTEENVETO

Tutkiva oppiminen on ongelmien ohjaama prosessi.

Oppilaita tulisi ohjata asettamaan oman ymmärryksensä aukoista ja ihmettelystä syntyviä kysymyksiä ennen uuteen tiedonalaan tutustumista.

Keskeinen osatekijä on omien käsitysten, teorioiden ja selitysten esittäminen tutkimuksen kohteena olevista ilmiöistä.

Oppilaiden omien selitysten ja tulkintojen esittäminen ennen uuden tiedon hankkimista on käsitteellisen ymmärryksen syvenemisen tärkeä edellytys.

Uuden ymmärryksen saavuttamiseksi oppilaita tulisi ohjata etsimään nimenomaan selittävää tieteellistä tietoa monenlaisista tiedonlähteistä.

Oleennaista edistymisen kannalta on jobtaa tutkimuksen lähtökohdista olevasta pääongelmasta joukko osa-ongelmia, joihin haetaan vastausta.

Tutkiva oppiminen tähtää käsitteelliseen muutokseen; oppimiseen, jossa ei tapahdu ainoastaan tietojen lisääntymistä, vaan myös yksilön tapa habmottaa maailmaa muuttuu.

Tutkivan oppimisen kohteena olevat ongelmat tulisi jakaa oppilaiden kesken siten, että heidän on onnistuakseen toimittava yhteistyössä ja rakennettava toinen toistensa saavutusten varaan.

Yhteisöllinen oppiminen onnistuu parhaiten silloin, kun oppilaat osaavat erilaisia asioita ja heillä on jotakin opittavaa toisiltaan.

Pyri luomaan asiantuntijoiden kanssa yhteisiä projekteja, joissa koulun oppilaat ovat tasaveroisina kumppaneina, ja hakeudu kosketukseen jo olemassa olevien projektien kanssa.

Muista kuitenkin, että asiantuntijuus on harvinainen resurssi, jota on syytä suojella. Harkitse tarkkaan millaisia kysymyksiä ja missä muodossa asiantuntijoille kannattaa esittää.

2.3 Opettaja tutkivan oppimisen ohjaajana

Opettajalla on aivan ratkaiseva rooli tutkivan oppimisen onnistumisessa. Ilman opettajan ohjaavaa panosta oppilaat eivät pysty saavuttamaan merkittävää edistystä tutkivan oppimisen prosessissa. Tutkimuksellinen oppiminen tapahtuu toteuttamalla projekteja, joiden yleispuitteet ja aihepiiri voivat olla opettajan esittämiä, mutta joiden suunnittelusta ja toteutuksesta oppilaat itse vastaavat opettajan ohjauksessa. On kuitenkin olennaista erottaa tutkivan oppimisen käytännöt “naivista konstruktivismista“. Naivi konstruktivismi olettaa, että oppilaat 1) kykenevät itsenäisesti muodostamaan syvän käsitteellisen ymmärryksen tutkittavista ilmiöstä sekä 2) pystyvät itsenäisesti oppimaan ja hallitsemaan tutkimuksellisen tavan työskennellä.

Tutkivassa oppimisessa ei luoteta pelkästään oppilaiden itseilmaisuuksiin tai luovuuteen, vaan heitä ohjataan menemään syvemmälle tutkittavien ilmiöiden ymmärtämisessä. Tutkivan oppimisen onnistuminen edellyttää sitä, että opettaja toimii **oppimisen ohjaajana**. Opettaja ei jaa oppimisen kohteena olevaa tietoa suoraan oppilaille, vaan ohjaa heitä itse asettamaan ongelmia, luomaan omia selityksiään ja etsimään uutta tietoa. Siten opettaja ei tee kognitiivista työtä oppilaiden puolesta, vaan ohjaa heitä itse sitoutumaan tarvittavaan ajattelutyöhön. Opettaja on vastuussa sellaisen oppimis- ja tiedonrakentelukulttuurin luomisesta, jossa oppilaat uskaltavat esittää omia käsityksiään ja sitoutuvat asteittain syvenevään tutkimusprosessiin. Ehdoton edellytys onnistumiselle on, että jokaista oppilasta rohkaistaan osallistumaan ja kehittämään omia selityksiään ja teorioitaan sekä myös kriittisesti ja rakentavasti arvioimaan ja kommentoimaan toisten käsityksiä. Tutkivan oppimisen onnistunut toteuttaminen näyttää edellyttävän sitä, että myös opettaja on valmis kehittämään omia tutkimustaitojaan.

Tutkivan oppimisen taustalla ovat psykologisen tutkimuksen tulokset, jotka osoittavat, että oppiakseen syvällisesti hallitsemaan oppimisen kohteena olevia tiedonaloja ja oppiakseen ymmärtämään ja säätämään omaa tiedonkäsittelyprosessiaan, oppilaiden on itse osallistuttava kaikkiin oppimisprosessin vaiheisiin. Tämän takia opettajan tulisi **asettaa oppilaiden toteutettavaksi monia sellaisia kognitiivisia (kyseleminen, selittäminen) ja metakognitiivisia (toiminnan suunnittelu, oppimisprosessin kulun seuranta ja tulosten arviointi) tehtäviä, jotka ovat perinteisesti olleet ainoastaan opettajan vastuulla**. Perinteisessä kouluopiskelussa

opettaja vastaa pääosasta korkeammantasoisia tehtäviä. Oppimisprosessin suunnittelussa, arvioinnissa ja analysoinnissa tarvittavat metakognitiiviset taidot kuitenkin kehittyvät oppilaille ainoastaan niitä järjestelmällisesti harjoittamalla.

Yhtenä tutkivan oppimisen haasteena on oppimisen ohjaaminen sellaisten ongelmien ja aihepiirien tutkimisessa, joissa opettaja ei ehkä ole itse kovin vahvoilla. Tavanomaisessa luokkakeskustelussahan yleensä kysytään sellaisia nk. diagnostisia kysymyksiä, joihin opettaja jo etukäteen tietää vastauksen. Tutkivan oppimisen käytännöt asettavat opettajalle uusia vaatimuksia, koska hän ei enää voi rajata keskustelua ainoastaan niihin ilmiöihin, jotka hän jo entuudestaan tuntee. Tämän takia tutkivan oppimisen projektit eivät usein ole oppimisprosesseja ainoastaan oppilaille, vaan myös opettajalle. Hänen tehtävänsä on näyttää **asiantuntijan mallia** siitä, kuinka johonkin ongelmaan, jota kukaan oppimisyhteisön jäsen ei osaa ratkaista, voidaan saada tutkimusprosessin välityksellä ratkaisu. Samalla tutkiva oppiminen saattaa luoda puitteet opettajan omalle ammatilliselle kehitymiselle ohjattaessaan hänet syventämään omia tietojaan projektien kohteeksi valituista aihepiireistä.

Oppilaiden itseohjautuvan ja opettajan tiiviisti ohjaaman oppimisen suhteesta ei voida antaa mitään tarkkoja sääntöjä, vaan se on ratkaistava kussakin pedagogisessa tilanteessa erikseen. Riippuen sekä oppilaiden tiedontasosta että käsiteltävän tiedon sisällöstä tarvitaan joissain tilanteissa ohjatumpaa ja strukturoidumpaa opetusta. Toisissa tilanteissa on tarkoituksenmukaista antaa enemmän tilaa oppilaiden itsenäiselle, vähemmän ohjatulle oppimistoiminnalle. On tärkeää muistaa, ettei opettaminen ole oppimisen vihollinen. Monessa tilanteessa tutkimusprosessin etenemistä tukee parhaiten se, että opettaja istuttaa oppilaat alas ja selittää heille jonkun monimutkaisen ilmiön. Joka tapauksessa tutkiva oppiminen muuttaa oppimisprosessin painopistettä korostamalla oppilaiden omaa vastuuta oppimisprosessin onnistumisesta.

Uusissa tietotekniikan oppimiskäyttöön liittyvissä kokeiluissa näyttää helposti käyvän niin, että noudatetaan kahta erillistä toimintamallia ja kahta erillistä opetussuunnitelmaa. Perinteisen opetussuunnitelman rinnalle tuodaan eräänlainen ajattelutaitojen kehittämiseen ja tiedonrakenteluun tähtäävä opetussuunnitelma. Sen pohjalta opiskelijat käyttävät tietotekniikkaa, toimivat aikaisempaa itsenäisemmin, ottavat vastuuta omasta oppimisestaan, asettavat tutkimusongelmia ja kehittävät omia teorioitaan ja ylipäänsä toteuttavat erilaisia oppimisprojekteja. Toisaalta rinnalla kulkee perinteinen tiedon siirtämiseen perustuva toimintamalli (“toteuta opettajan antamat tehtävät” - opetussuunnitelma), jossa opettaja vastaa kaikista korkeamman asteen kognitiivisista ja metakognitiivisista tehtävistä. Sekä tiedon välittämistä että tutkivaa oppimista tarvitaan. Niin kutsuttu **kahden opetussuunnitelman ongelma** muodostuu silloin, kun nämä “opetussuunnitelmat” ovat täysin erilliset eivätkä tue toisiaan. Seurauksena saattaa olla puutteita sekä tutkivan oppimisen että perinteisen opetuksen toteuttamisessa.

Tutkivan oppimisen toteuttamisessa olennaista on se, että oppilaat nojautuvat oppimisyhteisön jaettuun asiantuntijuuteen. Tämä edellyttää myös opettajalta toimintatapojen kehittämistä. Jotta opettaja voisi tehokkaasti toimia oppilaiden tutkivan oppimisprosessin ohjaajana, on hänen itsensä omaksuttava oman ammattikäytäntönsä ja -alansa tutkijan rooli. Onnistumista tässä tehtävässä tukee yhteistoiminta muiden opettajien ja mielellään koko opettajien **pedagogisen yhteisön** kanssa. Tutkivan oppimisen projekteja toteutettaessa on tarkoituksenmukaista toimia yhdessä jonkun muun tai muiden opettajien kanssa. Tutkivan oppimisen onnistumista tukee suuresti projektien yhteinen suunnittelu ja toteuttaminen, kokemusten ja prosessin aikana

tunnistettujen hyvien käytäntöjen jakaminen sekä vaikeuksien ja ongelmien yhteinen käsittely.

Tarvittavan sitoutumisen ja ponnistelun aikaansaaminen oppilaissa edellyttää sitä, että heillä on rohkaisevia kokemuksia tutkivien oppimisprojektien toteuttamisesta. Nykyiset koulukäytännöt ohjaavat oppilaita liian helposti asettamaan vain tehtävien suorittamiseen liittyviä tavoitteita (saada projekti toteutettua ilman liiallista vaivannäköä), jolloin ymmärtäminen usein jää vain toissijaiseksi näkökohdaksi. Tutkivan oppimisen käytäntöihin ei voi hypätä suoraan, vaan se edellyttää opettajalta oppimiskulttuurin asteittaista muuttamista ja uusien toimintatapojen periaatteiden selittämistä ja hyödyllisyyden osoittamista oppilaille.

2.4 Tieto- ja viestintätekniiikan tuki tutkivalle oppimiselle

Uusi tieto- ja viestintätekniiikka tarjoaa vahvaa tukea tutkivan oppimisen toteuttamiselle. Tietotekniikan tarkoituksenmukainen hyödyntäminen edellyttää ennen kaikkea, että oppimisen helpottaminen asetetaan lähtökohdaksi ja perusteluksi tietotekniikan käytölle ja että uusia tietotekniikkaan nojautuvia opetus- ja oppimiskäytäntöjä arvioidaan nimenomaan oppimisen näkökulmasta.

Ajatukset, jotka korostavat oppijan oman aktiivisuuden merkitystä, ovat yleisesti hyväksytyjä suomalaisten opettajien keskuudessa. Uuden tieto- ja viestintätekniiikan pedagoginen merkitys on siinä, että se luo aivan uudenlaisia mahdollisuuksia ja toimivia välineitä kokeilla tutkivaa oppimista käytännössä, testata vaihtoehtoisia käytäntöjä, lisätä oppilaiden omaa vastuuta oppimisprosessissa ja ohjata heidän etenemistään. Mutta on muistettava, että vaikka tutkivaa oppimista voidaan toteuttaa erityisesti uuden tieto- ja viestintätekniiikan välityksellä, mikään ei estä soveltamasta sitä myös perinteisillä välineillä.

On hyvin tärkeää, että opettaja pohtii niitä mahdollisuuksia, joita uusi tieto- ja viestintätekniiikka tarjoaa. Jokaisen tieto- ja viestintätekniiikkaa opetus–oppimisprosessissa käyttävän tulisi asettaa itselleen seuraavia kysymyksiä: Mikä merkitys tietokoneilla on kasvatuksessa ja opetuksessa? Mitä tarkoituksia ne palvelevat? Millaisia ovat hyvät tietotekniset sovellukset? Onko tietotekniikan avulla mahdollista saada oppimiseen jotain sellaista lisäarvoa, joka ilman tietotekniikkaa ei olisi mahdollista? Lisäksi opettajan on luonnollisesti perehdyttävä oppimisympäristöjen taustalla oleviin pedagogisiin ideoihin ja niiden teknisiin ominaisuuksiin. Seuraavassa on esitetty eräitä keskeisiä tieto- ja viestintätekniiikkaan liittyviä mahdollisuuksia, jotka tukevat tutkivaa oppimista.

Tieto- ja viestintätekniiikka yhteisöllisen tiedonrakentelun välineenä

Tieto- ja viestintätekniiikan tarjoaa vahvaa tukea tiedonrakentelulle (engl. knowledge building): tiedon tuottamiselle, etsimiselle, kokoamiselle, esittämiselle, kommunikoinnille ja tutkimusprosessin tulosten raportoinnille. Jo yksinkertainen tekstinkäsittelyohjelma, johon prosessikirjoittamisen ajatus on ikään kuin sisäänrakennettu, saattaa rohkaista nuorta oppilasta tuottamaan korkeatasoisemman tekstin kuin pelkästään käsin kirjoittamalla olisi mahdollista. Tieto- ja viestintätekniiikan avulla voidaan tukea oppilaiden tiedonhankinta- ja tiedontuottamistaitojen kehitystä. Tekstinkäsittely- ja muut työvälineohjelmat rohkaisevat oppilasta kehittämään

käsityksiään kirjoittamalla ja visualisoimalla. Psykologinen tutkimus osoittaa, että tämä tukee oppilaan käsitteellisen ymmärryksen syvenemistä.

Työelämän tiimityöskentelystä saatujen mallien mukaan on kehitetty uuden sukupolven oppimisympäristöjä, jotka tarjoavat välineitä tiedon aktiiviselle kehittälylle ja rakentelulle sekä välittävät oppilaiden vuorovaikutusta ja yhteisöllistä oppimista. Olennaista näissä ympäristöissä on se, että käytännöllisesti katsoen kaikki niissä esitetty tieto on oppilaiden itsensä tuottamaa. **Tiedonrakentelulla tarkoitetaan järjestelmällistä työskentelyä oppimisyhteisön tuottamien käsitysten ja ajatusten kehittämiseksi.**

Tiedonrakentelu eroaa perinteisestä oppimisestä siinä, että oppilaan tuottama tieto ei palvele ainoastaan hänen omaa oppimistaan, vaan sitä voidaan käyttää koko oppimisyhteisön tiedon edistämiseksi. Kirjoittaessaan asioita vihkoonsa oppilas joutuu jäsentelemään ja pohtimaan niitä monella tavalla, ja omaksuu siten uusia asioita. Tuottaessaan tietoa esimerkiksi verkostopohjaisen oppimisympäristön tietokantaan oppilas ei kuitenkaan syvennä ainoastaan omaa ymmärrystään, vaan tarjoaa pohjan myös muiden oppilaiden tiedontason kehittymiselle. Oppilaat voivat vertailla erilaisia käsityksiä, selityksiä, johtopäätöksiä ja argumentteja sekä vastaavasti kommentoida toinen toistensa esittämiä ajatuksia. Kommenttien saaminen toisilta oppilailta “pakottaa” oppilaan tarkastelemaan omaa työskentelyään toisten näkökulmasta ja kehittää näin metakognitiivista tietoisuutta.

Tieto- ja viestintätekniiikan tuki opetuksen ankkuroimiselle

Opetuksen ankkuroimisella tarkoitetaan koulussa käsiteltyjen asioiden ja ongelmien liittämistä koulun ulkopuolisen maailman monimutkaisiin ja merkityksellisiin ongelmiin. Oppimisen tutkimuksen piirissä on viime vuosina korostettu ns. autenttisten tehtävien ja toimintaympäristöjen sekä aitoihin yhteiskunnallisiin toimintoihin osallistumisen merkitystä. Tieto- ja viestintätekniiikan ja verkostoituneiden toimintamallien avulla voidaan murtaa koulun perinteisiä raja-aitoja ja saada oppilaat osallistumaan motivationaalisesti ja kognitiivisesti merkityksellisiin toimintoihin. Tieto- ja viestintätekniiikan sovellukset mahdollistavat osallistumisen asiantuntijoille tyypillisten monimutkaisten ja aitojen tutkimusluonteisten ongelmien ratkaisemiseen. Ankkuroidussa opiskelussa abstraktit ideat liitetään konkreettisiin todellisen maailman ilmiöihin esittämällä niitä käsitteleviä videoita, tapausesimerkkejä tai asiantuntijaluentoja.

Tietotekniikan välityksellä monimutkaiset todellisuuden ilmiöt saadaan kiinnostavassa ja havainnollisessa muodossa oppilaiden analysoitaviksi. Monessa tapauksessa multimediallisen muodossa esitettävä ongelmanratkaisutilanne on helpompi ymmärtää kuin pelkän tekstin tai kuvan muodossa oleva tieto. Parhaimmillaan tällaiset sovellukset tukevat oppilaiden ajattelutaitojen kehittymistä ja käsitteellisen ymmärryksen syvenemistä ohjattaessaan heitä asettamaan ongelmanratkaisutavoitteita, tekemään päätelmiä ja selittämään tutkimuksen kohteena olevia ilmiöitä. Esimerkiksi Vanderbilt yliopiston Jaspers-projekti käyttää videolevyille talletettuja Jasper Woodbury -nimisen henkilön seikkailuja matemaattisen ongelmanratkaisun opettamiseksi. Verkostopohjaiset yhteisöllisen oppimisen ympäristöt tarjoavat aitoja kokemuksia tutkimusprosessista, mikä rohkaisee oppilaita ajattelemaan itseään tutkijoina tai tiedemiehinä ja antaa tilaisuuden harjoitella tutkimusprosessissa tarvittavia taitoja.

Ajatteluprosessien muuntaminen ulkoiseen ja näkyvään muotoon

Merkittävä tieto- ja viestintäteknikan opetuskäytön muoto on oppilaiden ohjaaminen itse tuottamaan tietoa kirjoittamalla ja visualisoimalla. Taustalla on ajatus, jonka mukaan kirjoittaminen on kaikkein tärkein ajattelemisen väline. Koska ihminen voi käsitellä ainoastaan rajoitetun määrän tietoa mielessään, on sellaisten välineiden kehittämisellä, joiden avulla ajattelua voidaan ulkoistaa, ollut tavattoman suuri historiallinen merkitys. Kirjoittamisen ja visualisoinnin välineiden kehittyminen on tehnyt muuten kokonaan ulottumattomissa olevat tiedolliset saavutukset mahdollisiksi.

Kirjoittamisen kognitiivinen merkitys liittyy siihen, että se pakottaa sekä muodostamaan uuden kokonaiskäsitelmän omista ajatuksistaan että tarkentamaan lähtökohtana olleita ajatuksia. Kirjoittaminen pakottaa yksilön tekemään johtopäätöksiä ja kehittämään ajatuksiaan pidemmälle. Ajatusten ulkoistaminen tekstin muodossa vaatii oppilasta tarkentamaan käsitystensä välisiä yhteyksiä ja siten yhdistelemään eri näkökulmista hankittua tietoa. Kirjoitettu teksti voidaan myös tarkistaa useaan kertaan, jolloin epäjohdonmukaisuuksien tunnistaminen on aivan eri tavalla mahdollista kuin sisäisessä tiedonkäsittelyssä.

Tutkivan oppimisen kannalta on olennaisen tärkeää, että käsitelmiä voidaan ulkoistetussa muodossa verrata toisiinsa, ja siten löytää keinoja niiden kehittämiseksi. Nykyisissä oppimisympäristöissä kirjoittamista käytetään kuitenkin liian harvoin ajattelemisen tai tutkimisen välineenä.

Tieto- ja viestintäteknikan sovelluksia ja erityisesti verkostopohjaisia oppimisympäristöjä voidaan käyttää muuntamaan oppijoiden tiedonkäsittelyprosesseja avoimiksi, julkisiksi ja näkyviksi. Tietotekniikan sovellukset, jotka tallentavat oppilaan ongelmanratkaisuprosessin eri vaiheet tai sen kognitiivisen historian, muuntavat puhtaan mentaalisen suorituksen ikään kuin näkyvään muotoon ja myös toisten havaittavaksi. Tämä on hyvin tärkeää, sillä tavallisesti ihmisen on vaikea pitää mielessään sitä, kuinka hänen käsityksensä jostakin asiasta on muuttunut tai kehittynyt. Käsitelmien kehitysvaiheiden taltioiminen auttaa oppijaa tiedostamaan oman ajatteluprosessinsa luonteen ja seuraamaan sen kehitystä. Yhteisön muiden jäsenten on myös mahdollista jäljitellä tällaisia ulkoistettuja ja “näkyviä” kognitiivisia käytäntöjä.

Tieto- ja viestintäteknikka ajattelun työkaluna

Tieto- ja viestintäteknikkaan pohjautuvien oppimisympäristöjen kognitiivinen arvo on siinä, että ne auttavat oppilasta hallitsemaan kognitiivista prosessointikuormitusta ja toteuttamaan monimutkaisempia tehtäviä kuin hänelle olisi muutoin mahdollista. Oppimisympäristöjen suunnittelun taustalla on oivallus, jonka mukaan yksilön ja hänen kognitiivisen ympäristönsä muodostamat järjestelmät laajentavat yksilön omia kognitiivisia voimavaroja ja muuttavat hänen oman kognitiivisen toimintansa luonnetta. Hyvin suunniteltu tietokoneavusteinen oppimisympäristö jäsentää yksilön ajattelu- ja oppimistoimintaa sekä tarjoaa sen tueksi monenlaisia “konstruktiivisia areenoja”. Tällaisen konstruktiivisen areenan muodostaa esimerkiksi tietokoneen näytöllä oleva virtuaalinen työpöytä, jossa on esitetty konkreettisella tavalla ongelmanratkaisussa tarvittavat työvälineet, lähdemateriaalit ja muut resurssit. Oppilaan ei tarvitse pitää mielessään aktivoituneena kaikkia ongelmanratkaisussa tarvittavia asioita, vaan hän voi nojautua tietokoneen näytöllä esitettyyn tietoon. Lisäksi esimerkiksi näytöllä olevan

tietoedustuksen eli **representaation**, vaikkapa kartan, osoittaminen antaa toisille mahdollisuuden ikään kuin “nähdä” mitä osoittaja ajattelee.

Monet verkostopohjaiset oppimisympäristöt ohjaavat oppilasta jäsentämään toimintaansa tutkivan oppimisen eri osatekijöiden mukaisesti. Tämä tarkoittaa sitä, että tuottaessaan tietoa oppimisympäristön tietokantaan oppilas joutuu aina pohtimaan edustaako tieto **ongelmaa, työskentelyteoriaa, syventävää tietoa vai tarkentuvaa ongelmaa**. Näin oppilaan kognitiiviselle toiminnalle voidaan luoda eräänlaiset **rakennustelineet tai tikapuut** (engl. scaffolding) ja ohjata heitä suuntaamaan tutkimusprosessinsa tarkoituksenmukaisiin kohteisiin. Merkittävää tässä on se, ettei tällaisten tukirakenteiden käyttäminen edellytä oppilaalta itseltään kovin syvällisiä tietoja tutkimusprosessin luonteesta.

Rakentava sosiaalinen vuorovaikutus

Verkostopohjaiset oppimisympäristöt ja niihin liittyvät ryhmätyömenetelmät tukevat oppilaiden sosiaalisten taitojen kehitystä rohkaistessaan oppilaita yhdessä pohtimaan oppimisen kohteena olevia ilmiöitä. Perinteisessä luokkaopetuksessa kommunikaatio on usein kaksisuuntaista: opettaja kysyy ja oppilaat vastaavat. Jaettua asiantuntijuutta tukeva ja kehittävä oppimisympäristö mahdollistaa oppilaiden välisen rinnakkaisen kommunikaation, joka ei kulje opettajan kautta eikä ole opettajan jatkuvan valvonnan alaisena.

Kokemusten mukaan myös luokan hiljaisimmat oppilaat saadaan osallistumaan silloin, kun he voivat esittää ajatuksiaan kirjallisesti tietoverkon välityksellä. Jopa oppilaiden keskinäinen sosiaalinen arvojärjestys saattaa muuttua, koska uusi työskentelytapa suosii erilaista lahjakkuutta kuin suullinen vuorovaikutus.

Mallintaminen ja visualisointi

Uusi tieto- ja viestintäteknikka tarjoaa kehittyneitä mallintamisen ja visualisoinnin välineitä. Mallintamisen ja visualisoinnin avulla voidaan rakentaa siltaa abstraktioiden ja oppilaiden kokemusten välille. Merkittävä teknologiaan perustuvien oppimisympäristöjen piirre on se, että ne ovat oppijan kontrollissa. He voivat käsitellä esimerkiksi video- tai cd-rom -levykkeillä esitettyjä tapauksia tai tarinoita useaan kertaan ja ’jäädyyttää’ videokuvia tai piirroksia niitä tutkiakseen. Simulaatiot antavat oppilaille mahdollisuuden tutkia ’pienoismaailmoja’, joissa he voivat manipuloida muuttujia ja tutkia niiden seurauksia välittömästi sekä yrittää ratkaista taustalla olevien sääntöjen ja lainmukaisuuksien luonnetta.

Mistä tahansa teknologiasta on kyse, tutkiva oppiminen edellyttää, että oppijat itse päättävät, kuinka tutkia ongelmaa teknologian luomassa ympäristössä.

Laajennetut tietolähteet

Erilaisiin tutkivan oppimisen käytäntöihin liittyy luontevasti internetin käyttäminen tietoresurssina. Laajennettujen tietolähteiden avautuminen ja pääsy mitä erilaisimpiin tietokantoihin tukee uudella tavalla koulun opetustehtävän toteuttamista. Tämä edellyttää kuitenkin sitä, että tiedonlähteiden käyttäminen on tavalla tai toisella

kytketty erilaisiin tutkivan tai ongelmalähtöisen oppimisen muotoihin. Muussa tapauksessa ei voi olettaa, että esimerkiksi internetin satunnaisesti valikoitunut informaatio tukisi yhtenäisen käsitteellisen ymmärryksen muodostumista.

Julkaiseminen

Tietoverkko tarjoaa mahdollisuuden oppilaiden omien tuotosten julkiseen esittämiseen verkossa. Tämä tukee aitoa tiedonrakentelua, jossa tiedon tuottaminen palvelee ajatusten välittämistä laajemmalle yhteisölle ja luo siten aidon ympäristön asiantuntijoille tyypilliselle tiedonkäsittelylle. Oman tekstin tai muun tuotoksen tarkastelu mahdollisen lukijan näkökulmasta ohjaa oppijaa arvioimaan sitä useammista näkökulmista ja rohkaisee pyrkimään parempaan tulokseen.

Tietotekniikan käyttäminen tutkivan oppimisen välineenä ja eri oppiaineita yhdistävien laajojen projektien toteuttaminen tähtäävät yleensä tulosten julkaisuun tekstin tai hypermedian muodossa. Oppilaan tuotokset voidaan kätevästi taltioida digitaalisiksi portfolioiksi, jotka edustavat esimerkiksi oppilaan yhden tai useamman lukuvuoden aikana suorittamaa työtä.

Verkostoituminen koulun ulkopuolisten tahojen kanssa

Tärkeä tieto- ja viestintäteknikan tarjoama mahdollisuus on koulun ja ulkopuolisen yhteiskunnan (yritykset, organisaatiot) välisten raja-aitojen ja tiedonkulun esteiden murtaminen. Tieto- ja viestintäteknikka mahdollistaa virtuaalisten oppimisyhteisöjen luomisen, joissa voivat kohdata oppilaat, opettajat, vanhemmat ja eri alojen asiantuntijat. Tietoverkon välityksellä voidaan ottaa yhteyksiä erilaisiin asiantuntijoihin, mikäli tutkivan oppimisen kohteena oleviin ongelmiin ei löydy ratkaisua paikallisista resursseista. Myös uudet verkostopohjaiset oppimisympäristöt antavat mahdollisuuden tuoda kouluoppimisen tueksi asiantuntijatietoa, avata pääsyä mitään erilaisimpiin tietolähteisiin ja muodostaa suoria yhteyksiä eri alojen asiantuntijoihin.

Tietoverkot tukevat myös samoista aihepiireistä kiinnostuneiden oppilaiden ja opettajien omien verkostojen muodostumista, ja yhteyksien muodostumista vastaaviin asiantuntijakulttuureihin. Kosketus asiantuntijakulttuuriin on ratkaisevan tärkeä henkisen kehityksen resurssi, joka rohkaisee oppilasta tarttumaan haasteellisiin ongelmiin, tarjoaa hyvien käytäntöjen malleja ja tukee opettajien ammatillista kehittymistä.

Tietoverkkojen välityksellä koulun kehittyminen, opetussuunnitelma ja sen laadintaprosessi sekä arviointi ja sen perusteet voidaan saada myös oppilaiden vanhempien ulottuville. Vanhemmille voidaan tarjota välineet osallistua keskusteluun ja konkreettisiin koulun kehittämishankkeisiin.

Tietoverkkojen tuella on syntynyt suuri joukko projekteja, jotka perustuvat oppilaiden ja tiedemiesten väliseen yhteistyöhön (engl. student-scientist partnership) sekä tutkijoiden toimimiseen oppilaiden ohjaajina. Esimerkkejä tällaisista projekteista ovat esimerkiksi GLOBE (oppilaat keräävät paikalliseen ilmastoon, vesistöön ja ekosysteemiin liittyvää tietoa kansainvälistä analyysia varten), EARTHWATCH (oppilaat toteuttavat erilaisia kansainvälisiä kenttätutkimuksia), Agaunaut (opiskelijat merentutkimusryhmän jäseninä), CoVis (tieteellisen visualisoinnin käyttö oppimisen tukena), Hands on Universe

(opiskelijat etsivät supernovia) tai Kids as Global Scientists (opiskelijat tutkivat paikallisia ja alueellisia sääolosuhteita). Monissa projekteissa oppilaat toimivat tutkijoiden apuna aineiston keräämisessä, analysoimisessa ja raportoinnissa. Osassa projekteista oppilaat itse osallistuvat kokeiden ja tutkimusten suunnitteluun, toisissa heillä on vain avustava tehtävä. Yhteistyö voi myös olla alistettua koulun pedagogisille tavoitteille, jolloin tutkijat tukevat oppilaiden koulussa toteuttamia oppimisprojekteja.

Olennaista edellä mainituissa projekteissa on se, että toiminta tukee syvälliseen tutkivaan oppimiseen osallistumista, jossa tärkeää on aineiston kokoamisen lisäksi myös sen analysoiminen, selittäminen ja tulkinta. Ohjaajana voi toimia esimerkiksi pidemmälle ehtinyt jonkun tietyn tiedonalan opiskelija tai jo ammatissa toimiva tutkija. Monet projekteista sisältävät erilaisia tietokantoja, joiden avulla opiskelijat ja heidän projektinsa voivat saada tarvittavaa ohjausta (engl. mentoring). Toimiminen tutkijan roolissa, suora kosketus tutkijoihin ja tiedon kokoaminen todellista merkityksellistä tutkimusta varten on sekä kognitiivisesti että motivationaalisesti arvokasta. Vaikka esitetyt esimerkit edustavat ennen kaikkea luonnontieteen opetusta, ei ole mitään periaatteellista estettä käynnistää vastaavia projekteja myös muilla tiedonalueilla. Moderni tieto- ja viestintäteknikka luo tällaisille projekteille hyvät edellytykset mahdollistaessaan joustavan kommunikaation ja erilaiset jaetut tietokannat.

YHTEENVETO

Tieto- ja viestintäteknikka tarjoaa merkittävää tukea tutkivalle oppimiselle, mutta tutkiva oppiminen soveltuu myös tavanomaiseen opetukseen.

Tieto- ja viestintäteknikka tarjoaa tiedonrakentelun välineitä.

Tieto- ja viestintäteknikka mahdollistaa monimutkaisten ilmiöiden mallintamisen ja visualisoinnin.

Verkostopohjaiset oppimisympäristöt luovat yhteisen työskentelyvaruuden, jossa oppijat voivat ajasta ja paikasta riippumatta työskennellä tiedonrakentelun ja tutkimustehtäviensä toteuttamiseksi.

3 ESIMERKKEJÄ TUTKIVAN OPPIMISEN SOVELTAMISESTA

Tässä luvussa on kuvattu kolme esimerkkiä tutkivan oppimisprojektin toteuttamisesta verkostopohjaisessa oppimisympäristössä.

3.1 Ihmisen biologian opiskelu tutkivan oppimisen mallin mukaisesti

Tämä esimerkki edustaa 10-vuotiaiden oppilaiden tietokoneavusteisen intentionaalisen oppimisen ympäristössä (Computer-supported Intentional Learning Environment, CSILE) toteuttamaa tutkimusprojektia. Projektin aiheena oli ihmisen biologia, ja oppilaat saivat opettajalta tehtäväkseen valita aiheen seuraavasti: “Valitse jokin laaja itseäsi kiinnostava alue (esim. solu, verenkiertojärjestelmä) ihmisen biologiasta ja määrittele joitakin itseäsi kiinnostavia ongelmia (miten solu valmistaa proteiinia tai mitä tapahtuu sydänkohtauksen sattuessa)”. Tämän yleisen tehtävän pohjalta oppilaiden pienryhmän asettivat itselleen tarkempia tehtäviä. Seuraavassa esitetään kuvaus siitä, kuinka tutkivan oppimisen projekti voisi edetä. Lopuksi kuvataan, miten työskentely eteni kahdessa pienryhmässä, joista toinen erikoistui aivosolujen ja toinen ihmisen näköjärjestelmän toimintaan.

Tutkivan oppimisen projekti etenee seuraavasti. Suluissa olevat vaiheet viittaavat tutkivan oppimisprosessin vaiheisiin.

- a) Opiskelijat ohjataan pohtimaan, mitä ihmisen biologiaan liittyviä asioita he ihmettelevät ja esittämään tämän pohjalta kysymyksiä, joihin he haluaisivat saada vastauksen projektin aikana. Koko ryhmä voi käsitellä kaikkia esiin nousseita kysymyksiä ja päättää yhdessä, mitä kysymyksiä ryhdytään tutkimaan. Yleensä on tarkoituksenmukaista jakaa laajempi opiskelijaryhmä tai luokka 4-5 hengen pienryhmiin, jotka ryhtyvät ratkaisemaan jotakin ongelmaa yhdessä. (**Ongelman asettamien**)
- b) Oppilaat ohjataan muodostamaan omia työskentelyteorioitaan eli ennakoimaan vastauksia asetettuihin kysymyksiin. Pienryhmä voi työskennellä yhteisen työskentelyteorian luomiseksi, mutta hyväksi käytännöksi on usein osoittautunut se, että aluksi kukin opiskelija luo oman yksilöllisen teoriansa ja vasta sen jälkeen luodaan pienryhmän yhteistä teoriaa. Sekä kysymykset että työskentelyteoriat voidaan esittää yhteisessä verkostopohjaisessa työskentelyavaruudessa. (**Työskentelyteorian luominen**)
- c) Seuraavassa vaiheessa oppilaat ohjataan vertailemaan omia työskentelyteorioitaan ja keskustelemaan niiden vahvoista ja heikoista kohdista. Pienryhmän jäsenten odotetaan kommentoivat muiden ryhmän jäsenten työskentelyteorioita sekä suullisesti että tietoverkon välityksellä. Tarkoitus on myös, että eri ongelmia tutkivien pienryhmien jäsenet ja ryhmät kokonaisuudessaan kommentoivat toisten ryhmien edistymistä. Keskustelu tähtää siihen, että oivalletaan, mitä asioita täytyisi ymmärtää paremmin, jotta asetettuihin ongelmiin voitaisiin vastata. (**Kriittinen arviointi**)
- d) Seuraavaksi opiskelijat ohjataan etsimään uutta syventävää tietoa asetettuihin kysymyksiin vastaamiseksi. Tiedonhankintaa voi tukea opettajan hankkimiin avainartikkeleihin tutustuminen. Lisäksi opiskelijan tehtävänä on itse hankkia kirjastosta tai sähköisiä tiedonlähteitä hyväksikäyttäen jotakin uutta materiaalia, joka auttaa vastaamaan asetettuihin kysymyksiin. (**Syventävän tiedon hankkiminen**)
- e) Tämän jälkeen opiskelijat kirjoittavat lukemansa aineiston pohjalta ydinajatuksia oppimisympäristön tietokantaan. Olennaista on se, ettei materiaalia suoraan kopioida, vaan esitetään omin sanoin se, mitä opiskelija on artikkelissa tai muussa tiedonlähteessä esitetystä tiedosta ymmärtänyt. (**Syventävän tiedon hankkiminen**)
- f) Seuraavassa vaiheessa pienryhmät käynnistävät uuden verkkokeskustelun, jossa arvioidaan sekä oppimisyhteisön käsityksiä että hankittua tietoa ja pohditaan, mitä uusia kysymyksiä mahdollisesti nousee esiin tai mitä muuta on ymmärrettävä, jotta asetettuihin kysymyksiin voitaisiin vastata. Samalla kommentoidaan myös muiden pienryhmien tutkimusprosessia ja voidaan tarvittaessa ohjata heitä lupaavaan suuntaan. (**Uuden ongelman asettaminen/Kriittinen arviointi**)
- g) Tämän pohjalta tuotetaan hankitun syventävän tiedon ja muilta saatujen kommenttien pohjalta uusia työskentelyteorioita eli yritetään integroida hankittua tietoa omien käsitysten kanssa ja muodostaa kehittyneempiä teorioita. (**Uuden työskentelyteorian luominen**)

- h) Tutkimusprosessin onnistuminen edellyttää sitä, että tiedonhankinta- ja vaiheita toistetaan, kunnes tutkimuksen kohteena oleviin ongelmiin on saatu tyydyttävä vastaus (tai joudutaan toteamaan, että sellaiset ja sellaiset osaongelmat jäävät projektin aikana vielä ratkaisematta).
- i) Kukin ryhmä tekee yhteenvedon prosessinsa edistymisestä kiinnittäen erityistä huomiota siihen, mitä sellaisia tutkimuksen kohteena olleita asioita ymmärretään prosessin päättyessä, joita ei ymmärretty silloin kun prosessi alkoi. Tässä auttaa oppimisympäristön tietokantaan taltioidun tiedon analyysi. Opettaja saattaa esittää yhteenvedon omista käsityksistään ja arvionsa projektin onnistumisesta. Jokainen tutkimusprosessiin osallistunut opiskelija arvioi myös omaa edistymistään.
- j) Tutkimusprosessin tulokset voidaan esittää julisteina, tutkimusraportteina tai WWW-muodossa. Ulkoista suoritusta tärkeämpää on kuitenkin se kuinka ryhmän esittämät ajatukset ja ideat ovat tutkivan oppimisen prosessin aikana kehittyneet.

Ryhmä 1: Kuinka aivot toimivat?

Joukko 10-vuotiaita CSILE-oppilaita osallistui ihmisen biologiaa käsittelevään opiskeluprojektiin aiheenaan aivojen toiminta. Seuraaviin esimerkkeihin on pelkistetty ainoastaan oppilaiden pääajatukset ja joitakin poimintoja heidän esittämistään työskentelyteorioista ja ongelmista. Todellisuudessa kummankin ryhmän tuotokset olivat paljon laajempia.

Oppilasryhmän pääongelma oli miettiä, kuinka ihmisen aivot toimivat. Tässä tarkoituksessa he halusivat selvittää pääongelmaansa

Ongelma: Millaisia soluja on ihmisen aivoissa ja kuinka ne poikkeavat kehon muista soluista?

Tähän ongelmaan esitettiin vastauksena seuraavia työskentelyteorioita

Teoria: Minun teoriani on, että aivosolut ovat kehittyneempiä kuin muut solut.

Teoria: Minun mielestäni aivosolut ovat suurempia kuin kehon muut solut.

Teoria: Minun mielestäni aivosolut ovat erityisellä tavalla kehittyneempiä kuin muut solut.

Esimerkeistä näkee, että oppilaat rakensivat omat työskentelyteoriansa ikään kuin kehittellen edelleen muiden oppilaiden aikaisemmin esittämiä teorioita. Nämä teoriat joutuivat heti haasteen kohteeksi. Eräs ryhmän ulkopuolinen oppilas esitti kysymyksen, jossa hän vaati ryhmää selittämään:

Kommentti: Missä subteessa aivosolut ovat muita soluja kehittyneempiä. Onko niissä enemmän tietoa vai ovatko ne muita soluja monimutkaisempia?

Tutkimusryhmän hankkima uusi tieto paljasti, että aivoissa on sekä hermosoluja että gliasoluja, jotka auttavat aivoja pysymään koossa. Tämä johti tutkimusprosessin suuntautumiseen toisaalta selvittämään hermosolun toimintaa, toisaalta aivojen rakennetta yleisemmin. Myöhemmässä vaiheessa hankittu tieto viittasi siihen, että aivojen eri osat ovat erikoistuneet hoitamaan tiettyjä tehtäviä. Tästä syntyi ongelma:

Ongelma: Mitkä ovat aivojen eri osat ja kuinka ne toimivat?

Vastauksena tähän ongelmaa ryhmä kehitti seuraavat intuitiiviset teoriat:

Teoria: Minun teoriani on, että aivoissa on erityiset osat, jotka huolehtivat kaikesta siitä mitä teet (ajatella, liikkua, tuntea).

Teoria: Lisäksi kuunnella ja puhua.

Teoria: Minun teoriani on se, että kussakin osassa on erityisiä alueita, jotka huolehtivat spesifeistä toiminnoista.

Tarkasteltaessa ryhmän esittämiä kysymyksiä nähdään, että ne muuttuivat asteittain tarkemmiksi. Voidaan selvästi havaita, etteivät esitetyt kysymykset ole satunnaisia, vaan ne ohjaavat tutkimusprosessia asteittain syvemmälle ja syvemmälle ongelmien ratkaisemiseen.

1. Millaisia soluja on aivoissa ja kuinka ne eroavat kehon muista soluista?
2. Kuinka glia-solut pitävät aivoja koossa?
3. Minun täytyy ymmärtää miltä glia-solut näyttävät ennen kuin tiedän miten ne pitävät aivoja koossa.
4. Miltä hermosolut näyttävät ja kuinka ne toimivat?
5. Kuinka hermosolut tietävät milloin välittää viesti ja milloin pysäyttää se?
6. Kuinka aivot taltioivat tietoa?
7. Kuinka pitkäkestoinen muisti taltioi tietoa?
8. Mitkä ovat aivojen eri osat ja mihin niitä käytetään?

Ryhmä 2: Kuinka silmä toimii?

Ryhmä keskitasoa heikommin menestyviä 10-vuotiaita poikia asetti tehtäväkseen selittää, kuinka ihmisen silmä toimii. Eräänä ryhmän ongelmista oli sen selittäminen, kuinka on mahdollista, että näemme kaiken oikeinpäin, vaikka havaintokuva ihmisen verkkokalvolla on ylösalaisin. Oppilaat konstruivat seuraavia selityksiä ongelman selittämiseksi:

Teoria: Minun teoriani on, että silmän nähdessä kuvan nurinperin linssin tapainen kääntää sen jälleen oikeinpäin ja lähettää viestin aivoihin.

Teoria: Minun teoriani on, että matkalla aivoihin on toinen linssi, samanlainen kuin silmän ulkopinnalla, joka on nurinperin niin, että näet kuvan oikeinpäin.

Näiden eräänlaista näkemisen kuvateoriaa edustavien intuitiivisten teorioiden taustalla oli analogia silmän ja kameran välillä. Luokan muut oppilaat vaativat ryhmää menemään syvemmälle aiheen käsittelyyn esittämällä ko. oppilaille seuraavat kommentit:

Kommentti: Sinun teoriasi on hyvä, mutta Sinun täytyy selittää paremmin kuinka nämä linssit toimivat.

Kommentti: Mielestäni Sinun pitää etsiä enemmän tietoa teoriaasi varten ja selittää kuinka ne linssit toimivat.

Ryhmän toinen puolisko yritti selittää ongelmaa asettamalla videokameran pikemminkin kuin kameran ihmisen silmän analogiaksi. Taustalla oli ajatus, etteivät aivot näe varsinaisesti kuvia, vaan aaltoja. Ryhmä esitti seuraavia intuitiivisia teorioita:

Teoria: Minun mielestäni silmä näkee kohteet ylösalaisin ja kääntää kuvan oikein päin sen mennessä silmän läpi läbättämällä kuvan kummallisina aaltoina aivoihin, niin että aivot näkevät sen oikeinpäin.

Teoria: Minun mielestäni silmän takana on eräänlainen filteri, mibin kuva menee ja muuntuu aalloiksi, joita aivot ymmärtävät.

Ryhmän teorioita ei kuitenkaan aluksi pidetty lainkaan mielekkäinä. Eräs oppilas esitti kommentissaan, että

Kommentti: Mielestäni ei ole mitään mieltä väittää, että aivot näkisivät pelkästään aaltoja...

Vaikka edellä esitetyt teorit ovat virheellisiä, ovat ne kuitenkin mielekkäitä ja edustavat selvästi aitoa yritystä ymmärtää ja selittää tutkittua ilmiötä. Kyseinen pienryhmä onnistui lopulta selittämään, kuinka ihmisen aivot ovat oppineet tulkitsemaan verkkokalvolla olevaa havaintokuvaa aivan kuin se olisi oikeinpäin; tulkitsemaan retinan alaosassa olevat kohteet havaintokentän yläosaa edustaviksi ja päinvastoin. Ryhmän tuottamien tutkimuskysymysten analyysi viittaa siihen, että prosessia veivät syvemmälle nimenomaan oppilaiden tuottamat asteittain syvenevät kysymykset:

1. *Mibin on silmän kontrollipaneeli sijoitettu?*
2. *Kuinka silmä toimii?*
3. *Mitä yhteistä on silmällä ja kameralla?*
4. *Kuinka näemme kaiken oikeinpäin vaikka kuva verkkokalvolla on nurinperin?*
5. *Kuinka silmä ja videokamera muistuttavat toisiaan?*
6. *Kuinka silmän osat läbättävät viestejä aivoihin?*

Ryhmä lähti liikkeelle epämääräisestä analogiasta silmän ja tietokoneen välillä (“kontrollipaneeli”). Ensimmäistä kysymystä kuitenkin arvosteltiin, ja ryhmä asetti toimintansa lähtökohdaksi yleisemmän kysymyksen (“Kuinka silmä toimii?”).

Mainittakoon, että asiantuntija-arviointi, jossa kolmea kansainvälisesti tunnettua tieteenfilosofia pyydettiin arvioimaan CSILE-oppilaiden tuottamia tutkimuskysymyksiä, oli yhtä mieltä näiden kysymysten kognitiivisesta arvosta. Asiantuntijat kiinnittivät huomiota siihen, etteivät oppilaiden kysymykset olleet satunnaisia, vaan muuttuivat prosessin aikana spesifimmiksi ja ohjasivat oppilaiden käsitteellisen ymmärryksen syvenemistä. Vastaavasti asiantuntijat arvioivat oppilaiden välisen CSILE:n välittämän

vuorovaikutuksen olleen kognitiivisesta arvokasta ja ohjanneen heidän tutkimusprosessinsa syvenemistä.

3.2 Kemian opiskelu tutkivan oppimisen mallin mukaisesti

Seuraava esimerkki kuvaa tutkivan oppimisen periaatteita noudattavaa kemian opiskelua yläasteen seitsemännellä luokalla. Oppimisympäristön keskeinen osa oli tietokoneavusteinen intentionaalinen oppimisympäristö CSILE. Oppimiskokonaisuutta suunniteltaessa syntyi ajatus ”Vesi kemiallisena elinympäristönä” -projektista, joka kattaisi keskeisiä yläasteen seitsemännen luokan opiskeltavia asioita, mutta antaisi myös kehykset oppilaille itselleen pohtia ajankohtaisia ja heitä kiinnostavia aiheita kemian opiskelussa. Yläasteen koulu ja oppilaiden asuinympäristö sijaitsi lähellä järveä, jolloin oppilailla oletettiin olevan omakohtaisia kokemuksia läheisen veden ääreltä. Myös ajankohtaiset uutiset lehdistössä ja tiedotusvälineissä olivat käsitelleet esimerkiksi alueen juomaveden laatua tai yleensä vesistöjen happamoitumista.

Kemian opiskelua suunniteltiin tutkijoiden ja opettajien kanssa yhteistyössä yhden lukukauden ajaksi, josta varsinaisen vesiprojektin osuus oli noin kaksi kuukautta. Opiskelu tapahtui kemian luokassa, jonne asennettiin 6 kpl tietokoneita ja CSILE-ohjelma. Perinteisen yläasteen työjärjestyksen noudattaminen asetti rajat joustavalle oppilaiden ryhmittelylle ja ajankäytölle. Näillä ehdoilla työskentely eteni liiankin perinteisesti: yksi kaksoistunti viikossa. Toisin kuin ala-asteen opiskelussa, yläasteen aineenopettajalla ei ole joustavaa mahdollisuutta suunnitella intensiivisempiä työskentelyjaksoja, mikä olisi tutkivan oppimisen kaltaiselle työskentelylle eduksi. Tämän vuoksi syyslukukauden kemian oppitunnit rakentuivat siten, että **ensimmäisessä jaksossa harjoiteltiin joitakin kemian peruskäsitteitä ja -ilmiöitä CSILE-ympäristössä**. Tällä tavalla tarkoituksena oli lähentää oppilaat kemian tieteenalaan, koska kemia oli heille uusi opiskeltava kouluaine. Toisaalta tarkoituksena oli tutustuttaa oppilaat CSILE:n käytön perusteisiin ja sen rooliin ajattelun apuvälineenä. **Toisessa jaksossa oppilaat siirtyvät tutkimusprojektiin ”Vesi kemiallisena elinympäristönä”**.

1. vaihe: Kemian peruskäsitteisiin ja -ilmiöihin tutustuminen

Ensimmäisen vaiheen aikana, jolloin tavoitteena oli opiskella kemian peruskäsitteitä ja perehtyä CSILE-työskentelyyn, oppilaat tutustuivat kemiaan esimerkiksi lukemalla tekstejä kemian historiasta (esim. väriaineiden synty) ja kirjoittamalla lukemansa perusteella tietokonemuistiinpanoja CSILE-ympäristössä. Oppitunneilla tehtiin myös joitakin laboratoriotöitä, minkä tarkoitus oli lähinnä tutustuttaa oppilaat kemian työskentely-ympäristöön.

Oppitunneille hahmoteltiin seuraavanlainen perusrakenne, jonka toteutuminen kuitenkin vaihteli tilanne- ja oppilaskohtaisesti:

OPETUSTUOKIO JA YHTEINEN KESKUSTELU

Opettaja selittää opiskelijoille jonkin keskeisen kemian peruskäsitteen (esim. väriaineiden synty, alkuaineet, kemiallinen reaktio). Opiskelijat ohjataan keskustelemaan aiheesta ja heitä pyydetään erityisesti miettimään, mitä he eivät aiheesta ymmärrä ja mitä he haluaisivat siitä tietää. Kootaan

luokan yhteisiä aiheeseen liittyviä keskeisiä kysymyksiä. Opettaja ylläpitää tieteenalan asiantuntijuutta varovaisesti rajaamalla ja johdattelemalla keskustelua “avainalueelle”.



KOKEELLINEN TYÖSKENTELY 1 (pienryhmät)

Opiskelijat tutustuvat opiskelun kohteena olevaan ilmiöön laboratoriotyön kautta.



CSILE-TYÖSKENTELYÄ (omien muistiinpanojen kirjoittamista ja kommentointia)

Oppilaat miettivät toteuttamaansa koetta tai laboratoriotyötä CSILE:n ajatustyyppien perusteella ja jäsentävät tutkimaansa kemian ilmiötä. He kirjoittavat omia muistiinpanoja ja kommentoivat toisten muistiinpanoja. Paitsi kuvaamaan havaitsemiaan ilmiötä, oppilaita ohjataan esittämään kysymyksiä – eli tuomaan esiin “tietämättömyyttään” tutkittavasta kohteesta.



KOKEELLINEN TYÖSKENTELY 2 (pienryhmät)

Opiskelijat syventävät havaintojaan opiskelun kohteena olevasta ilmiöstä toisen laboratoriotyön kautta. Opiskelijat voivat valita itse työnsä aiheen opettajan tarjoamista vaihtoehdoista.



CSILE-TYÖSKENTELYÄ

Opiskelijat luovat pienryhmissä keskustelumistiinpanoja aiheista, joita he jäivät kokeellisen työskentelyn perusteella pohtimaan. Keskusteluissa pyritään luomaan oppilaiden omaa teoriaa ja vertailemaan toisten teorioita tutkitusta ilmiöstä.



YHTEENVETO JA KESKUSTELU

Opettaja ohjaa loppukeskustelua. Tavoitteena on selvittää oppilaiden käsitteellisen ymmärryksen aste opiskelun kohteena olevasta ilmiöstä.

2. vaihe: “Vesi kemiallisena elinympäristönä”- projekti

Varsinaiseen vesiprojektiin valmistauduttiin lukemalla ajankohtaisia lehtiartikkeleita, kuten ”Puhdasta kuin lumi? Happamat sulamisvedet ovat vesieliölle kauhistus” sekä tutustumalla paikallisten vesitutkimuksien tuloksiin. Sen jälkeen oppilasparit saivat ryhtyä muotoilemaan omia tutkimuskysymyksiään, jotka olivat osa yhteistä pääkysymystä selvittää oppilaiden elinympäristön veden laatua. Projektin aikana oppilaat tutkivat esimerkiksi läheisen järven veden laatua ja jotkut toivat myös kotoaan juomavettä tutkittavaksi. Yksi yhteinen tutkimuskysymys herätti runsaasti erilaisia ja myös eri tasoisia oppimisprosesseja. Yksi oppilaspari innostui tutkimaan tietokoneavusteisella mittauksella veden rautapitoisuutta, kun taas lehtiartikkeli sai jotkut oppilaat tutkimaan nitriittiä ja johti CSILE- keskusteluihin makkaran nitriittipitoisuudesta. Opettaja toi tietoisesti esille kemian alan asiantuntijuuttaan ja kertoi oppilaille esimerkiksi omista kokemuksistaan kemian tutkijana.

Koko työskentelyn ajan CSILE toimi oppilaiden työkaluna oppimisprojektin eri vaiheissa. Tietokonemuistiinpanoissa oppilaiden esittämiä kysymyksiä olivat esimerkiksi: *Mitä pitäisi tehdä, että kaivovesi täyttäisi terveydelliset vaatimukset? Miten terveysviranomaiset valvovat veden laatua? Miksi vesissämme on enemmän humusta kuin Keski-Euroopassa? Mitä haittaa nitriitistä on lapsille?* Projektin loppupuolella oppilaat lähettivät sähköpostilla kysymyksiä veden laadun tutkimisesta yliopiston kemian laitoksen tutkijoille ja saivat näin asiantuntijan näkökulman tutkimiansa aiheisiin. Lopuksi oppilaat myös tekivät osatutkimuksistaan luokan seinälle posterit, jotka koottiin pääasiallisesti oppilaiden tekemistä CSILE-muistiinpanoista.

Tutkivan oppimisen periaatteita noudattavan “Vesi kemiallisena elinympäristönä” -oppimisprojektin tiivistetty kuvaus vaiheittain eri oppitunneilla (CSILE toimii oppilaan tiedon rakentelun ja ajattelun työkaluna jokaisella oppitunnilla):

1. Etsitään luokan yhteinen ongelma.
Tutustutaan aiheeseen lehtileikkeiden ja tutkimusten perusteella.
Ryhmät muotoilevat omat tutkimusongelmansa.
2. Ryhmät laativat tutkimussuunnitelman.
3. Näytteidenotto ja analysointi (oppilaiden laboratoriotyöskentelyä).
4. Yhteys asiantuntijoihin ja tulosten syvempi tulkinta.
5. Raportin teko, pohjana CSILE tiedosto.
6. Tutkimuksen esittely ja havaintojen jakaminen.

Miten tutkivan oppimisen projekti onnistui?

Eräs keskeisimmistä huomioista oppimisprosessien laadussa oli luokan **vuorovaikutuskulttuurin muutos** verrattuna perinteiseen opettajajohtoiseen luokkatyöskentelyyn. Edelleenkin opettajalla oli merkittävä osa oppilaiden tutkimuksellisen toiminnan ja käsitteellisen ymmärryksen jäsentämisessä. Projekti sai kuitenkin aikaan toimintaa, keskusteluja ja vuorovaikutusta, joka ensituntumalta vaikutti kaaosmaiselta. Näyttää ilmeiseltä, että kyseessä oleva työskentelytapa edellyttää toimiakseen näennäisesti kaaosmaisen vuorovaikutuskulttuurin hyväksymistä. Tutkiva ja avoin ote oppimiseen ohjaa oppilaita rikkomaan perinteisiä kouluoppimisen muotoja, jossa opettaja on auktoriteetin roolissa ja oppilaat pahimmassa tapauksessa pelaavat ”koulupeliä” opettajan kanssa. Kokeilun oppimisympäristö ohjasi oppilaita itse kysymään, havainnoimaan ja epäilemään. Tämä luonnollisesti johtaa oppilaat spontaaneihin ilmauksiin, luokassa vaelteluun ja muiden oppilaiden työskentelyn seuraamiseen, mutta myös työskentelyn ulkopuolisiin keskusteluihin, jotka voidaan tulkita joissain tapauksissa luokan työskentelyä häiritseväksi toiminnaksi.

Seuraavat oppilaiden haastatteluista otetut lainaukset kertovat, että osa oppilaista oli oivaltanut jotain keskeistä CSILE-työskentelyn merkityksestä omassa opiskelussaan jopa muutaman viikon työskentelyn perusteella:

”...No, tavallaan saa tietää mitä muutkin ajattelee ja saa miettiä omaa vastausta, että onkohan se oikein ja niinku kattoo asioita toisen kannalta.”

”Saa kertoa itestä mitä on sillä tunnilla tehny ja aatellu... ja katella mitä muutkin on aatellu.”

Toinen oppimisen kannalta merkityksellinen piirre oli oppilaiden kemian alan **käsitteellisen ymmärryksen laatu**. Tutkimuksellinen ja kokeellinen työskentely yhdistettynä CSILE-ympäristöön sai oppilaat jäsentämään kokemuksellista tietämystään kemian alan ilmiöistä. Oppilaat havainnoivat erilaisia kemian ilmiöitä kokeellisen työskentelyn aikana, jolloin heille syntyi omakohtaisia mielikuvia ilmiöstä (ks. esimerkit seuraavassa kappaleessa). Usein perinteisessä opetuksessa ongelmana on, että oppilas ei pysty yhdistämään kokeellisen tutkimuksen aikana hankittuja arvokkaita omakohtaisia havaintoja niiden käsitteelliseen merkitykseen, jolloin arvokasta oppimistilannetta ei saada hyödynnettyä. Kemian oppimisprojektissa oppilailla oli vuorotellen kokeellista työskentelyä ja CSILE-työskentelyä, jolloin CSILE:n ajatustyypit (esim. my problem, my theory, I need to know) ohjasivat oppilaita jäsentämään kokeellisia havaintojaan. Toisaalta omien tekstinoottien kirjoittaminen tietokoneen tiedostoon tutkittavasta ilmiöstä auttoi heitä ulkoistamaan käsitteellistä ymmärrystään ja kokeellisia havaintojaan.

Ongelmallista tässä projektissa oli kuitenkin se, että työskentelyssä ei päästy kunnolla problematisoimaan oppilaiden havaintoja, vaan CSILE-keskustelu jäi lähinnä empiiristen havaintojen raportointiin. Oppilaita olisi ollut tarpeellista rohkaista ongelmakeskeisempään keskusteluun ja omien teorioiden luomiseen havainnoistaan. Hyvin usein kävi edelleen niin, että oppilaat ainoastaan kuvailivat omia havaintojaan yrittämättä selittää niitä, kuten seuraavassa esimerkissä:

Sekoitin kaliumjodidiliuosta ja hopeanitraattiliuosta keskenään. Kaliumjodidi oli vaaleankeltaista ja herkkäliikkeistä, hopeanitraattiliuos oli kirkasta ja hidashiikkeistä. Sekoittamistani aineista tuli yhdessä keltaista ja koeputken pohjalla oli sakkaa.

Yhden lukukauden kestävä kokemus osoitti, että tarvitaan aikaa ja paljon keskusteluja oppimisprojektin toteuttajien kesken, jotta yhteinen oppimiskäsitys ja toiminnan tavoitteet lähentyvät toisiaan. Luokan oppilaat myös pitivät sitkeästi kiinni perinteisistä koulutyöskentelyn malleista ja kritisoivat uusia käytäntöjä. Hyväksi keinoksi tähän havaittiin ”*oppilaiden täydennyskoulutus*” - eli lähdettiin esimerkiksi keskustelemaan oppilaiden kanssa aiheesta ”Miten oppiminen ymmärretään tänä päivänä?” tai ”Miksi kannattaa kysyä?”.

Toisaalta tärkeä merkitys on fyysisellä koululuokalla ja koulun työjärjestyksellä. Esimerkiksi luokan ahtaus osoittautui oppilaiden työskentelyrauhaa häiritseväksi tekijäksi, joka pakotti sijoittamaan tietokoneet yhteen riviin luokan takaosaan rakennetulle telineelle. Parempi vaihtoehto olisi ollut saada tietokoneet yksittäisiin työpisteisiin eri puolille luokkaa. Työjärjestys taas esti projektin periodistamisen, mikä olisi ehdottomasti ollut järkevää. Samoin alkuperäinen toivomuksemme saada lisätunteja oppilaiden itsenäiseen CSILE-työskentelyyn kemian oppituntien ulkopuolella ei ollut mahdollista. Näiden seikkojen korjaamiseen kiinnitettiin erityistä huomiota seuraavassa jatkoprojektissa.

Projektin jatkokehittelyä

”Vesi kemiallisena elinympäristönä” -projektin jälkeen seuraavana lukukautena toteutettiin samojen periaatteiden mukaisesti tutkivan oppimisen projekti ”Lannoitteet”. Lannoite-teema valittiin luokan yhteiseksi tutkimusaiheeksi, sillä se oli ajankohtainen (esim. lehdistön keskustelu makeisten lisäaineista), mutta nivoi yhteen myös keskeisiä 7-luokan kemian oppisisältöön kuuluvia aiheita. CSILE toimi oppilaiden työskentely- ja raportointiympäristönä koko projektin ajan. Oppilaat hankkivat lannoitteista tietoja esimerkiksi lannoitteita tuottavien yhtiöiden esitteistä. Mainonta ja sanomalehtikeskustelu herättivät oppilaissa kysymyksiä, joita he ryhtyivät tutkimaan. Työskentelyyn liittyi perinteistä kemian laboratoriotyöskentelyä. Asiantuntijayhteyden vaiheessa hyödynnettiin koulun ISDN-pohjaisia videoneuvottelulaitteita. Kemian luokasta otettiin videoneuvotteluyhteys Kemiran tutkimuslaboratorioon, jossa kemian tutkijat kuvasivat kemistin työskentelyä lannoitetutkimuksessa. Kemistit mallittivat oppilaille myös aidon laboratorio-olosuhteissa tehtävän tutkimuksen sekä vastasivat oppilaiden omista tutkimuksista nousseisiin kysymyksiin. Asiantuntijayhteyden tarkoituksena oli välittää oppilaille kemian alaan liittyvää asiantuntijakulttuuria.

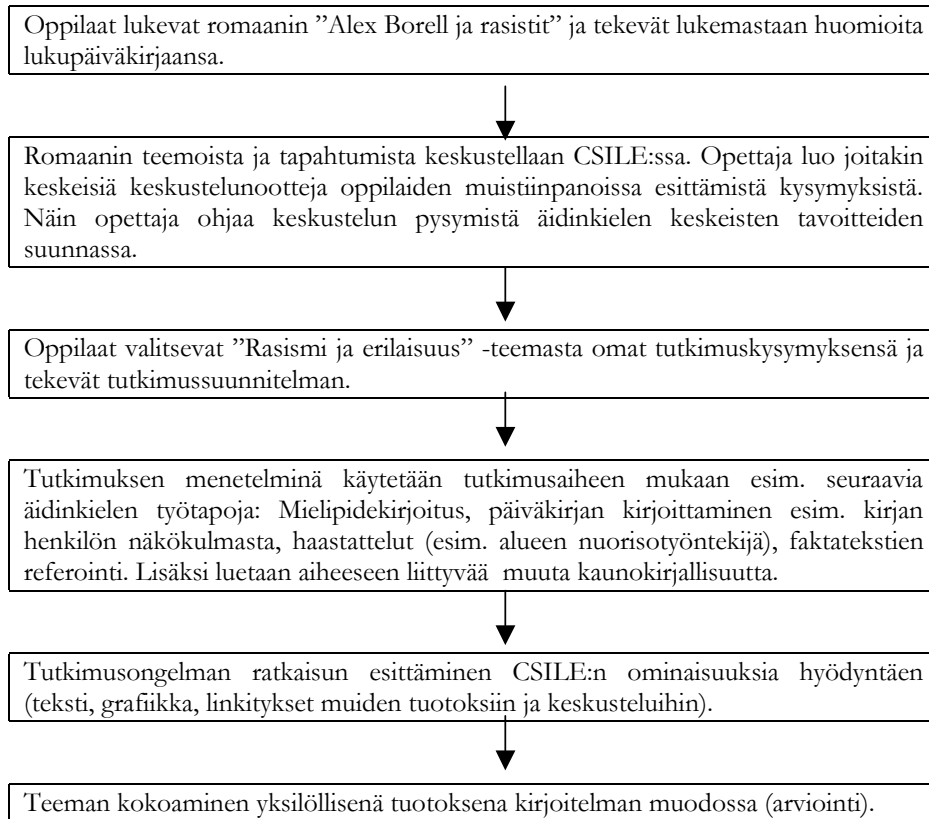
3.3 Tietokoneavusteinen tutkivan oppimisen periaatteita noudattava opiskelu äidinkielellä

Tässä esimerkissä kuvataan tutkivan oppimisen ideoiden ja CSILE:n hyödyntämistä yläasteen äidinkielen opiskelussa. Yläasteen 7-luokan oppilaat opiskelevat kolmen kuukauden jakson ajan äidinkieltä 4 tuntia viikossa. Kyseisille oppilaille CSILE-ympäristö on tuttu aikaisemmasta kemian tutkivan oppimisen projektista, joten erityistä perehdyttämisjaksoa CSILE:n käyttöön ei tarvita. Oppilaiden kanssa on myös oppilaan ohjauksen tunnilla keskusteltu tutkivan oppimisen periaatteista. Tämän raportin kirjoittamisvaiheessa äidinkielen projekti on käynnissä, joten tässä kuvataan ainoastaan projektin etenemisen periaatteet, sillä periaatteiden toteutumista ei tässä vaiheessa voida vielä arvioida.

Äidinkielen tutkivan oppimisen aiheeksi valittiin ”Rasismi ja erilaisuus”. Aihe on paitsi ajankohtainen, myös läheinen nuorten maailmaan liittyvä teema, jota voidaan tutkia nuorten omasta kulttuurista ja ongelmista käsin. Äidinkielen jakson tavoitteeksi valittiin 7-luokan oppisisällön keskeisiä tavoitteita, kuten eri tiedonhankintataitojen kehittäminen (esim. haastattelu), lukutaidon kehittäminen, kertomuksen tunnistaminen ja tuottaminen, fakta- ja fiktiotekstin piirteiden tunnistaminen ja kaunokirjallisuuden analyysitaitojen syventäminen. Tärkeää on kuitenkin huomata se, että kyseisiä tavoitteita ei lähdetty toteuttamaan eri taitoja erillisesti harjoitellen, vaan käyttäen eri äidinkielen osa-alueita menetelminä selvittää luokan yhteistä tutkimusaihetta.

CSILE toimii koko työskentelyn ajan oppilaiden tutkivan oppimisen työvälineenä. Rasismi-projektin alussa ympäristö toimii keskusteluvälineenä, johon oppilaat tuottavat mielipiteitään ja näkemyksiään lukemastaan kaunokirjallisuudesta. Tutkimusvaiheessa kaikki aineistonkeruun vaiheet raportoidaan (esim. haastattelun suunnittelu) CSILE:en. Kaikessa työskentelyssä (esim. kirjoitelmien kirjoittamisessa) on tavoitteena omassa tuotoksessa hyödyntää toisten oppilaiden CSILE-tietokantaan tuottamaa materiaalia sekä heidän esittämiään kommentteja. Oppilaiden lopputyössä pyritään erityisesti hyödyntämään CSILE:n linkittämismahdollisuuksia, jolloin eri

tutkimusaiheita voidaan linkittää yhteen ja muodostaa laajempia kokonaisuuksia. Seuraava kaavio kuvaa ”Rasismi ja erilaisuus”-projektin etenemisen vaiheittain:



4 KÄYTÄNNÖN OHJEITA TUTKIVAN OPPIMISPROJEKTIN TOTEUTTAMISELLE

Tutkivaa oppimista voidaan pitää näkökulmana, joka on taustalla kaikissa oppiaineissa. Aidon tutkivan oppimisprosessin toteuttaminen kuitenkin edellyttää sitä, että oppilaille annetaan mahdollisuus syventyä jonkun monimutkaisen ongelman analysoimiseen pidemmäksi aikaa. Samalla tällaisen projektin toteuttaminen luo opettajalle mahdollisuuden kokeilla uudenlaisia opetustapoja, toteuttaa rutiinista poikkeavia toimenpiteitä ja syventää omaa asiantuntijuuttaan projektin kohteeksi valitulla tiedonalalla.

Tavattoman tärkeä tutkivan oppimisen onnistumisen ehto on se, että sille varataan riittävästi aikaa lukusuunnitelmasta. Oppilaiden ei voida odottaa pääsevän kovin syvälle omassa tutkimusprosessissaan, mikäli heiltä samanaikaisesti odotetaan laajojen tietomäärien omaksumista muissa oppiaineissa. Tämän takia on mielekästä pyrkiä toteuttamaan useampien oppiaineiden yhteisiä projekteja tai antaa tilaa useamman viikon intensiiviselle työskentelylle.

Kokemusten mukaan yhden lukuvuoden aikana voidaan toteuttaa 2-4 tutkivaa oppimisprojektia riippuen kouluasteesta ja monesta muusta tekijästä. Yhden tutkivan

oppimisprojektin toteuttamiseen käytetään optimaalisesti 5-7 viikon aika. Samaan aikaan voidaan toki opiskella muita asioita tavanomaisin menetelmin – mielellään tietysti ongelmalähtöisesti. Haluttaessa voidaan tietenkin toteuttaa lyhyempiä tai pienimuotoisempia projekteja tai käyttää koko lukuvuosi johonkin projektiin, joka muodostuu useammasta osaprojektista. Varsinkin toteutettaessa tutkivaa oppimista ensimmäisiä kertoja, voi olla hedelmällistä harjoitella menetelmää ensin suppean projektin avulla.

4.1 Tutkivan oppimisprojektin valmistelu

Käsitteellisesti haastavan aiheen valinta

Tutkivan oppimisen valmistelussa on keskeistä löytää riittävän haastava ja käsitteellisesti merkityksellinen aihepiiri. Onnistunut aiheen valinta on tärkeä edellytys oppimisen tuloksellisuudelle. Kuten aikaisemmin esitettiin, yksi tutkivan oppimisen tunnuspiirre on se, että sen kohteena ovat tiedonalan keskeiset periaatteet ja ydinkäsitteet. Koska tutkiva oppiminen edellyttää sekä aiheeseen syventymistä että prosessin jakamista tutkimusprosessiin osallistuvien oppilaiden kesken, aiheen pitää olla riittävän monimutkainen, jotta se jakautuisi luontevasti osaongelmiksi ja jotta sitä voitaisiin lähestyä riittävän monesta näkökulmasta.

Tutkivan oppimisprojektin valmistelussa hyvä keino on **tehdä lista johonkin opetussuunnitelman kohtaan liittyvistä käsitteistä ja mieltä, mitkä niistä ovat oppilaiden käsitteellisen ymmärryksen kannalta kaikkein tärkeimpiä**. Listaa voidaan kehittää esimerkiksi pyytämällä jotakin opettajakollegaa tekemään vastaava lista ja vertailemalla syntyneitä tuloksia. Tutkikaa yhdessä, mitkä käsitteet nousevat vertailussa esiin ja perustelkaa käsityksenne kunkin käsitteen keskeisyydestä.

Hyvänä esimerkkinä toimivasta käytännöstä on se, kuinka Helsingin Alppilan yläasteen opettajat piirtävät jokaisesta opettamastaan kurssista käsittekartan ja esittävät sen muulle opettajakunnalle. Näin voidaan varmistaa, että opetus kohdistetaan kriittisten ydinkäsitteiden syvälliseen opettamiseen sen sijaan, että käytäisiin pinnallisesti läpi suuri joukko asioita.

Kanadalainen opettaja Jim Webb järjesti kurssin ihmisen kehityksestä. Hän luki huomattavan joukon kirjallisuutta ja määritteli, mitkä asiat olivat aihepiirin kannalta keskeisiä. Näihin ydinajatuksiin nojautumalla hän onnistui järjestämään kurssin, jonka aikana oppilaat systemaattisesti tutkivat kuvattua ilmiötä. Hän ei kuitenkaan tarjonnut kokoamaansa tietoa oppilaille suoraan, vaan ohjasi heitä itse perehtymään tieteelliseen ihmisen syntymää koskevaan tietoon. Hänen hankkimansa tieto oli tärkeää sen takia, että se auttoi häntä ohjaamaan oppilaita tutkimusprosessin syventämisessä, koska hänellä oli käsitys siitä, mikä on syvempää tietoa. Ilman aihepiirin tuntemusta tämä olisi ollut vaikeaa.

Tiedon etsinnän lisäksi saattaa olla aiheellista ottaa yhteyttä johonkin vanhempaan kollegaan, tunnettuun asiantuntijaopettajaan tai koulun ulkopuoliseen asiantuntijaan tutkivaa oppimisprojektia valmisteltaessa, erityisesti silloin kun tutkitaan jotakin opettajalle ja oppilaille vierasta tiedonala. Suhteista tällaiseen asiantuntijaan saattaa olla myöhemmin hyötyä sekä tulevien projektien valmistelussa ja toteuttamisessa

että opettajan verkottumisessa. Opettaja ei ole oman alansa asiantuntija siksi, että hänellä olisi kaikki tieto hallussaan, vaan siksi, että hän tietää, mistä vastauksen löytää, ja voi tarvittaessa konsultoida muita asiantuntijoita. Tutkivan oppimisen pedagogisten periaatteiden ymmärtämisestä kertoo se, että opettaja pystyy ahdistumatta myöntämään oppilaille, ettei hänellä ehkä ole (tai voikaan olla) vastauksia kaikkiin oppilaiden asettamiin kysymyksiin.

Kuten jokainen opetustyöhön osallistunut tietää, opettajalla ei aina ole aikaa tai mahdollisuutta kovin syvälliseen tiedonhankintaan, vaan aihe on valittava lyhyessä ajassa ja ilman taustatutkimusta. Tämä on aivan luonnollista; silloin on toimittava parhaansa mukaan olemassa olevan tiedon varassa. On kuitenkin hyödyllistä toteuttaa joka vuosi jokin haasteellinen tutkimusprojekti, jonka yhteydessä myös opettaja pyrkii oman asiantuntijuutensa syventämiseen ja tietämyksensä laajentamiseen.

Aiheen valinnassa kannattaa luonnollisesti ottaa huomioon myös oppilaiden kiinnostuksen kohteet ja ajatukset. On tärkeää, että projektin kohteeksi valittu aihe on sellainen, että se herättää oppilaiden mielenkiinnon ja on riittävän haastava. Tähän ei luonnollisesti ole mitään valmista ratkaisua, vaan oppilaiden kiinnostuksen kohteet vaihtelevat iän ja sukupuolen mukaan. Taitava opettaja osaa muuntaa aiheen, joka aluksi vaikuttaisi oppilaista tylsältä, hyvinkin kiinnostavaksi. Oppilaita kiinnostaa elämä, kuolema, seikkailu, selviytyminen ja merkityksellisten ongelmien ratkaiseminen. Kaikki tieteenalat tarjoavat esimerkkejä tällaisista "suurista" kysymyksistä, jotka saattavat sytyttää oppilaiden tiedon- ja ymmärtämisen janon.

Tiedonrakenteluroolien selventäminen

Oppilaille on syytä selittää tutkivan oppimisen periaatteet, erityisesti, mikä on opettajan rooli ohjaajana ja mitä opettaja odottaa oppilailta.

Opettajan tehtävät tutkivassa oppimisprojektissa:

- Valmistele tutkivan oppimisen projektin pohdittavien kohteena olevia ydinkäsitteitä, -periaatteita ja suuria ongelmia;
- Ankkuroi aiheen käsittelyn sekä oppilaiden kokemusmaailmaan että koulun ulkopuolisen maailman monimutkaisiin ongelmiin;
- Auttaa oppilaita luomaan ja tunnistamaan arvokkaita ongelmia ja rohkeasti tuottamaan omia työskentelyteorioitaan;
- Tukee tiedonhankintaprosessia ohjaten tarvittaessa oppilaita kirjaston ja muiden tiedonlähteiden käytössä;
- Seuraa oppilaiden työskentelyä ja tutustuu prosessin aikana kaikkeen oppilaiden tuottamaan tietoon pystyäkseen tukemaan oppilaita prosessin etenemisessä;
- Osoittaa tarvittaessa epäselviä tai tarkentamattomia kohtia oppilaiden teorioissa ja auttaa heitä syventämään tutkimusprosessiaan. Tarvittaessa hän selittää asioita oppilaille;

- Arvioi projektin edistymistä ja saavutettujen tulosten onnistumista yhdessä oppilaiden kanssa.

On tärkeää, että myös oppilaat ymmärtävät tutkivan oppimisen prosessiin liittyviä tekijöitä ja oppimisyhteisön sisäistä työnjakoa. Monet tutkimukset osoittavat, että tutkivan oppimisen prosessissa onnistumista tukee se, että oppilaat ovat perillä niistä ajatuksista ja periaatteista, jotka ovat menetelmän taustalla. Tällainen tieto auttaa oppilasta saavuttamaan eräänlaista metakognitiivista tietoisuutta omasta ja oppilastovereidensa oppimistoiminnasta.

Oppilaan tehtävät tutkivassa oppimisprojektissa:

- Osallistuu aktiivisesti työskentelyyn tietoverkossa tai muussa käytetyssä teknologian tukemassa oppimisympäristössä;
- Suunnittelee omaa tutkivan oppimisen prosessiaan yhdessä oppilastovereidensa kanssa;
- Asettaa oman ymmärryksensä aukoista ja ihmettelystä esiin nousevia ongelmia;
- Muodostaa omia käsityksiään ja työskentelyteorioitaan tutkimuksen kohteena olevista ilmiöistä;
- Etsii tietoa itsenäisesti monenlaisista tiedonlähteistä ja käyttää tietoa tutkimusongelmiinsa vastaamisessa;
- Auttaa muita oppilaita vastaamaan kysymyksiinsä jakamalla hankkimaansa tietoa ja kommentoimalla muiden oppilaiden tutkimusprosessia, heidän luomiaan työskentelyteorioita ja heidän hankkimaansa tietoa;
- Raportoi tutkimusprosessin tuloksista;
- Arvioi oman ja muiden oppilaiden tutkimusprosessin edistymistä.

4.2 Tutkivan oppimisprojektin vaiheiden toteuttaminen

Opetuksen ankkuroiminen ja kontekstin luominen

Kun tutkivan oppimisen projekti aloitetaan, käsiteltävä aihe pitää ankkuroida todellisen maailman aitoihin ongelmiin. Oppilaita tulisi tavalla tai toisella auttaa näkemään, mikä merkitys aiheen tutkimisella on ihmisen elämän ja maailman ymmärtämisen kannalta. Kontekstin luomisessa voidaan turvautua opettajan luento- ja videoesitykseen, kriittisten artikkeleiden lukemiseen tai WWW-sivuihin tutustumiseen. On myös mahdollista pyytää koulun ulkopuolista asiantuntijaa pitämään aiheesta esitelmä (parasta olisi tietysti etukäteen tutustua asiantuntijan ajatteluun ja varmistaa, että hän osaa välittää ajatteluaan oppilaille).

Kontekstin eli asiayhteyden luominen ei välttämättä tapahdu pelkästään tiedollisen materiaalin avulla, vaan monessa tapauksessa tarinat, kaskut tai tapausesimerkit ajavat saman asian. Tutkiva oppiminen ei siten ole ristiriidassa oppimisen elämyksellisyyttä tukevan materiaalin kanssa. Kontekstin luomisen ideana on saada oppilaat ikään kuin sijoittamaan käsiteltävä aiheen laajempaan yhteyteensä ja näkemään mitkä asiat siihen liittyvät. Samalla on kuitenkin tärkeää, ettei kaikkea tietoa tai ratkaisuja anneta valmiina, vaan ainoastaan puitteet, joiden pohjalta oppilaat ryhtyvät itse työskentelemään.

Yhdessä projektissa oppilaille näytettiin video, joka kertoi todellisuudessa tapahtuneesta kemiallisia aineita kuljettaneen ajoneuvon onnettomuudesta. Oppilaat saattoivat perehtyä filmin avulla tapahtumapaikkaan ja onnettomuuden seurauksiin. He seurasivat videolta asiantuntijoiden kommentteja onnettomuudesta ja sen seurausten vaarallisuudesta: onnettomuudella olisi ollut katastrofaaliset seuraukset, mikäli kemiallinen aine olisi päässyt leviämään läheisen kaupungin pohjaveteen. Oppilaiden tehtävänä oli asiantuntijoiden tapaan pohtia, kuinka kemiallinen aine voitaisiin neutraloida ennen pohjaveden saastumista. Materiaali ei antanut tähän valmista vastausta, vaan loi merkityksellisen ongelmanratkaisutilanteen.

Ongelman asettaminen

Tutkivan oppimisen seuraavana vaiheena on ongelmien asettaminen. Tämä voidaan toteuttaa esimerkiksi siten, että **opettaja pyytää jokaista oppilasta kirjoittamaan ylös kolme kysymystä, joita tämä ihmettelee tai on joskus pohtinut käsiteltävästä asiasta.** Kysymykset voidaan esittää nimettöminä oppilaiden osallistumisen rohkaisemiseksi. Tämän jälkeen oppilaat voivat pareittain tai pienissä ryhmissä pohtia esittämiään kysymyksiä ja arvioida, mikä niistä on kaikkein mielenkiintoisin (haluttaessa oppilaat voivat pohtia näitä ryhmissä alusta alkaen). Tämän jälkeen oppilasryhmien esittämät kysymykset voidaan kirjoittaa taululle ja yhdessä miettiä, mitkä ovat aihepiirin kannalta sellaisia keskeisiä kysymyksiä, joita kannattaa lähteä tutkimaan. On myös syytä keskustella kysymysten yleisestä luonteesta: ovatko ne yksinkertaisia faktakysymyksiä vai kysymyksiä, joihin vastaaminen edellyttää tutkimusta ja ajattelua.

Kokemusten mukaan oppilaat pystyvät asettamaan hyvin korkeatasoisia ymmärtämisen tarpeista ja ihmettelystä esiin nousevia kysymyksiä. Tämä edellyttää kuitenkin sitä, että kysymykset asetetaan **ennen** uuteen materiaaliin perehtymistä. Oppilaat tulisi ohjata pohtimaan aluksi hyvin avoimesti, mitkä ongelmat heitä ovat askarruttaneet. Vasta kun koko yhteisö on tuottanut suuren joukon kysymyksiä, on syytä arvioida, mihin niistä voitaisiin löytää vastaus ja mihin ei. Muussa tapauksessa oppilaat asettavat ainoastaan sellaisia kysymyksiä, joihin on helppo vastata ilman ponnistelua aikaisemman tai helposti saatavissa olevan tiedon varassa.

Opettaja voi myös tehdä oman listansa keskeisistä kysymyksistä ja laatia joukon yhteisiä kysymyksiä, joihin jokaisen oppilasryhmän pitää vastata. Toimintatapa riippuu käsiteltävän aiheen luonteesta ja monimutkaisuudesta sekä käytettävissä olevasta ajasta. Monimutkaisemmat ja oppilaiden arkielämän kannalta vieraat aiheet voivat edellyttää sitä, että opettaja auttaa kysymyksillään oppilaita jäsentämään omaa tutkimusprosessiaan. Tarvittaessa opettaja voi asettaa tutkivan oppimisprojektin lähtökohtana olevan “suuren” kysymyksen. On tärkeää kokeilla erilaisia tapoja toteuttaa tutkivia oppimisprojekteja:

antaa toisinaan mahdollisuus oppilaiden suuremmalle itseohjautuvuudelle ja toisinaan ohjata heidän toimintaansa voimakkaammin valmiilla kysymyksillä. Näin saa kokemusta siitä, kuinka opettajan ohjaavan rooli vaihtelu vaikuttaa tuloksiin. Joka tapauksessa myös oppilaiden omilla kysymyksillä on prosessissa aina tärkeä rooli, koska opettajan kysymyksiin vastaaminen edellyttää yleensä useiden tarkempien kysymysten esittämistä.

Oppilaiden omien käsitysten esittäminen

Seuraavana vaiheena on oppilaiden omien työskentelyteorioiden luominen. Tämä voidaan toteuttaa siten, että ongelman asettamisen jälkeen oppilaita pyydetään itse kirjoittamaan oma käsityksensä asiasta (tai arvaamaan kuinka asia on). Tämä on hyödyllistä monestakin syystä

- Se auttaa opettajaa hahmottamaan oppilaiden erilaisia käsityksiä, jotka yleensä poikkeavat yleisesti hyväksytystä tieteellisestä tiedosta;
- Se auttaa oppilaita tulemaan tietoisiksi oman tietämyksensä aukoista ja ohjaa heitä kehittämään ja yhdistelemään tietojaan.

On mahdollista, että juuri omien käsitysten esittämiseen liittyy nykyisessä koulukulttuurissa hyvin voimakas kynnys; kukaan ei halua vapaaehtoisesti “mokata” oppimisyhteisön edessä. Tämän takia on työskenneltävä pitkäjänteisesti sellaisen kulttuurin luomiseksi, jossa omien käsitysten ja ajatusten sekä niihin liittyvien “tyhmien kysymysten” esittämistä tuetaan ja palkitaan. Oppilaille on tehtävä selväksi, että ajattelu ja ymmärrys etenee ainoastaan omia käsityksiä rohkeasti esittämällä, eikä sitä voida saavuttaa valmiita tai “oikeita” vastauksia toistamalla. Oppimiskulttuurin muutos on joka tapauksessa varsin hidas prosessi. Olennaiset muutokset saavutetaan todennäköisesti vasta silloin, kun oppilasryhmää tuetaan rohkean ajattelukulttuurin muodostamisessa opettajan ensimmäisestä oppitunnista alkaen. Toisin sanoen tehdään alusta asti selväksi, että tässä oppiaineessa ja tämän opettajan tunneilla on uskallettava esittää omia ajatuksiaan, käsityksiään ja kysymyksiään.

Oppilaiden omien työskentelyteorioiden muodostamista voidaan tukea ohjaamalla heitä esittämään käsityksensä paperilapuilla tai tuottamaan niitä tekstinkäsittelyohjelmalla. Tuotoksia voidaan tarvittaessa käsitellä nimettöminä. Teorioita voi aluksi käsitellä ryhmittelemällä samankaltaiset teoriat tai käsitykset yhteen ja miettimällä, mistä kaikista eri näkökulmista kohteena olevaa ilmiötä voi lähestyä ja mitä ovat teorioiden heikot ja vahvat puolet. Oppilaiden omat työskentelyteoriat ovat tärkeää materiaalia, jota voidaan käyttää hyväksi projektin myöhemmissä vaiheissa. Mikäli ne on esitetty kirjoitettuna tekstinä, niitä voidaan myöhemmin vertailla tieteellisten käsitysten kanssa esimerkiksi seuraavasti:

- Mitä asioita teoria selittää ja mitkä asiat jäävät selityksen ulkopuolelle (selitysala)?
- Perustuuko teoria joihinkin mielivaltaisiiin olettamuksiin (esim. paranormaalit vuorovaikutukset)?

- Onko teoria yksinkertainen ja taloudellinen vai olettaako se joitakin ilmiöitä, joita muut teoriat eivät oleta (esim. poikkeuksellisten valoilmioiden selittäminen ufoihin viittaamalla)?
- Onko teoria yhdenmukainen kaiken muun kanssa, mitä tiedetään?

Hyvän tieteellisen ohjaajan tapaan opettajan tehtävänä on ohjata oppilaiden tutkimusprosessia tieteellisten selitysten ja ajattelutapojen omaksumiseen, mutta ei ratkaista kognitiivisia ongelmia heidän puolestaan. Ohjatun ja keksivän oppimisen suhteesta ei kuitenkaan voida antaa mitään ehdottomia tai mekaanisia sääntöjä. Se on ratkaistava kussakin pedagogisessa tilanteessa erikseen riippuen sekä oppilaiden tiedontasosta että käsiteltävän tiedon sisällöstä. Opettajan tulisi tapauskohtaisesti päättää myös, milloin tutkimuksen etenemisen kannalta on välttämätöntä, että opettaja selittää jonkin ilmiön opiskelijoille.

Kriittinen arviointi

Rakentavan vuorovaikutuksen kannalta on tärkeää esittää valikoivaa kritiikkiä, joka palvelee ennen kaikkea yhteisön luoman tiedon edistämisen tavoitteita. Kuten edellisessä luvussa todettiin, tutkivan oppimisen haasteena on luoda kulttuuri, jossa jokainen opiskelija rohkenee esittää omia ajatuksiaan ja jossa kunkin opiskelijan esittämiin ajatuksiin suhtaudutaan vakavasti. Tyypillistä myös tieteelliselle keskustelulle on se, että jonkun hypoteesin tai teorian kehittäjää pyydetään jatkuvasti tarkentamaan tai selittämään ajatuksiaan tai niiden seurauksia, jotka asiaa erilaisesta näkökulmasta tarkasteleville ihmiselle eivät monesti ole lainkaan selviä.

Verkkokeskustelussa oleellista on sen suuntautuminen palvelemaan tutkimusprosessin etenemistä eikä ainoastaan sosiaalista vuorovaikutusta. Oppilaita kannattaa ohjata siihen, että he aina perustelevat oman käsityksensä. Tämä koskee sekä positiivisia että negatiivisia kommentteja. Oppilaan kannalta ei ole kovin hyödyllistä, jos muut oppilaat sanovat, että hänen tuottamansa tieto on hyvää. Voidakseen syventää tuottamaansa tietoa oppilaan on tiedettävä, mitkä osat tuotetusta tiedosta ovat saavuttaneet vastakaikua ja miksi. Sama pätee negatiivisiin kommentteihin. Oppilas ei pysty parantamaan työtään, ellei hän saa tietää, mikä hänen työssään on heikkoa ja miksi. Keskeinen päämäärä verkkokeskustelua käynnistettäessä on siis luoda paitsi rakentava myös täsmällinen keskustelukulttuuri.

Tieteellisen tiedon etsintä

Keskeisenä tutkivan oppimisen vaiheena on uuden tieteellisen tiedon etsiminen. Opettajan tehtävänä on tarvittaessa ohjata opiskelijoita tutkimuksen kannalta oleellisten tieteellisten lähteiden pariin. Tarkoituksena on ohjata oppilaita hakemaan tietoa monenlaisista informaatiolähteistä, kuten kirjastosta, internetistä, asiantuntijoita, ystäviltä, vanhemmilta ja muilta aikuisilta. On tärkeää **auttaa oppilaita oivaltamaan, ettei tiedonhankinta ole mikään kerralla tapahtuva pakollinen vaihe tutkivaa oppimisprosessia, vaan että sitä on tehtävä uudelleen ja uudelleen prosessin kuluessa**, jos halutaan onnistua.

On hyvin tärkeää ohjata oppilaita **etsimään oleellinen** hankkimastaan lähdemateriaalista. Tätä tukee erityisesti se, että heitä ohjataan etsimään tietoa vastaukseksi omiin kysymyksiinsä, tekemään materiaalista omia muistiinpanoja ja käyttämään tehokkaita merkitsemistekniikoita (esim. merkintäkynät). Jo koulun alusta alkaen voitaisiin ohjata oppilaita myös aina merkitsemään muistiin se lähde, josta he ovat hankkimansa tiedon löytäneet.

Hyvin tärkeää on ohjata oppilaita **käyttämään etsimäänsä tietoa kehittelevästi** sen sijaan, että he kopioisivat tiedonlähteissä esitettyä tietoa sellaisenaan. Tiedon suora kopioiminen on vakava ongelma sellaisissa projekteissa, joissa käytetään elektronisessa muodossa olevaa oppimateriaalia ja työstetään tietoa tietokoneella. Hyvä käytäntö, jonka ovat keksineet Iowa Rapidsella toimivat opettajat, on estää oppilaita tuomasta kirjastosta hankkimiaan kirjoja suoraan tietokoneelle. Sen sijaan heitä voidaan ohjata tekemään kirjoista muistiinpanoja pienille korteille, jotka he voivat ottaa mukaansa alkaessaan työskennellä tietokoneella. Oppilaat saavat ottaa tietokoneelle mukaansa siis ainoastaan sen tiedon, jonka he saavat korttiin mahtumaan. Tämä pakottaa oppilaat laittamaan muistiin ainoastaan tärkeimmät asiat ja esittämään hankkimaansa tietoa omin sanoin.

Tarkentuvan ongelman asettaminen

Oppilaita voidaan rohkaista pitämään kirjaa niistä ongelmista, joihin tutkimusprosessi heidät johtaa. Tässä suhteessa merkittävää tukea antavat verkostopohjaiset oppimisympäristöt, joista useat ohjaavat oppilaita luokittelemaan tietokonemuistiinpanojaan sen mukaan, edustavatko ne pääkysymystä vai jotain alikysymystä.

Tarkentuvien ongelmien asettamista voidaan tukea myös organisoimalla oppilasryhmien työtä. Lähtökohdaksi voidaan asettaa joukko opettajan valikoimia kysymyksiä, ja pienryhmissä toimiville oppilaille annetaan tehtäväksi sopivien alikysymysten kehittäminen. Voidaan myös menetellä niin, että pienryhmät valitsevat kukin jonkin pääkysymyksen, jota lähtevät tutkimaan. Kunkin ryhmän jäsenen tehtäväksi voidaan asettaa esimerkiksi kahden tai kolmen uuden tarkentuvan kysymyksen asettaminen.

Uuden työskentelyteorian luominen

On hyvin tärkeää rohkaista oppilaita tekemään johtopäätöksiä omien ennakkokäsitystensä (työskentelyteorioiden) ja hankkimansa uuden tiedon välisestä suhteesta. Tällaiset johtopäätökset ilmenevät oppilaan kehittämisenä uusina, tarkennettuina työskentelyteorioina, joissa on tavalla tai toisella otettu huomioon hankittu uusi syventävä tieto.

Uusien työskentelyteorioiden luomisen prosessia voidaan tukea ohjaamalla oppilaat esittämään käsityksensä tutkitusta ilmiöstä toistuvasti projektin aikana. Tämä voi tapahtua jatkuvasti, kuten verkostopohjaisissa oppimisympäristöissä tehdään, tai esimerkiksi projektin alussa, keskellä ja lopussa. Projektin puolivälissä oppilaita voidaan pyytää esittämään silloinen käsityksensä asiasta antamalla heille tehtäväksi tehdä yhteenveto omista pohdinnoistaan ja tutkimuksestaan. Projektin loppupuolella kunkin

oppilaan tehtävänä voi olla yhteenvedon laatiminen siitä, mitä hän on oppinut kurssin aikana ja mitä hän ajattelee tutkimuksen kohteena olevasta ilmiöstä.

4.3 Yhteisöllisen oppimisen tukeminen

Opettajan tärkeänä tehtävänä on tukea oppilaiden yhteisöllistä oppimista niin, että se kohdistuu oppimisyhteisön tiedon edistämiseen ja että jokainen oppilas osallistuu siihen aktiivisesti. Kaikki yhteistoiminta ei palvele oppimistavoitteita eikä aina johda parempiin tuloksiin kuin yksilöllinen työskentely. Tämän takia oppilaiden yhteisöllistä oppimista on ohjattava niin, että he todella rakentaisivat uusia ajatuksia toinen toisensa työn varaan. Koko projektin suunnittelun on nojaututtava oppilaiden yhteisölliselle toiminnalle. On myös otettava huomioon, että hyvät yhteisöllisen oppimisen käytännöt syntyvät vasta vähitellen, eikä kannata odottaa, että kaikki toimisi kitkattomasti alusta alkaen.

Jaettu tehtävä

Yhteisöllisen oppimisen toteutuminen riippuu erityisesti tehtävien jakamisesta oppimisyhteisön kesken. On tavattoman tärkeää pyrkiä luomaan tehtäviä, joiden ratkaiseminen edellyttää oppilaiden välistä yhteistoimintaa. Tehtävän on oltava luonteeltaan sellainen, ettei yksikään ryhmä voi ratkaista sitä yksin, vaan ratkaisu edellyttää ryhmien yhteistoimintaa. Tällaista tehtävää tai ongelmaa kutsutaan **jaetuksi tehtäväksi**.

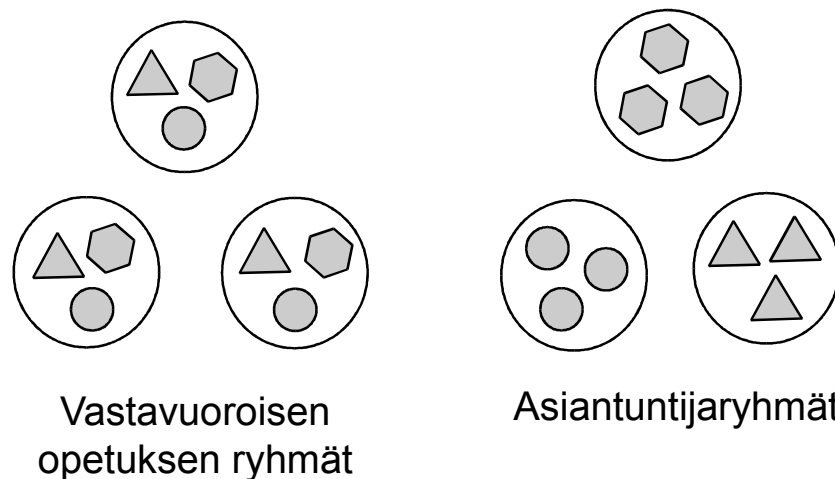
Yhdessä tutkimusprojektissa oppilaiden tehtävänä oli suunnitella matka Marsiin. Projektia pohjustettiin esittämällä video, joka antoi kuvan Marsin matkaan liittyvistä ongelmista, mutta ei tarjonnut ratkaisua. Oppilaat jaettiin seuraaviin ryhmiin. *Pintaryhmän* tehtävänä oli suunnitella Mars-tutkimuksen toteuttaminen retkikunnan päästyä perille; *miehistöryhmän* tehtävänä oli suunnitella miehistön kokoonpano ja tehtävät; *terveysryhmä* pohti miehistön terveydentilaan liittyviä ongelmia matkan aikana ja kohteessa, *alusryhmä* suunnitteli tarvittavan avaruusaluksen kokoonpanon; *historyryhmä* tarkasteli ihmiskunnan historian näkökulmasta kolonisaatioon liittyneitä ongelmia ja *matkaryhmän* tehtävänä oli päättää siitä, mitä laukaisuikkunaa ja reittiä käytettäisiin. Luonteenomaista jaetulle tehtävälle on se, ettei yksikään tutkimusryhmistä pysty suoriutumaan siitä yksin, vaan tehtävän suorittaminen edellyttää kunkin pienryhmän panosta ja vuorovaikutusta ryhmien välillä. Monet suunnittelutehtävät ovat luonteeltaan sellaisia, että ne jakautuvat luontevasti toisistaan riippuviin osatehtäviin.

Jaetun asiantuntijuuden tukeminen

Oppilaiden yhteistyön tukeminen edellyttää sitä, että heidän jaetaan intensiivisesti työskenteleviin **pienryhmiin**, jotka ovat vastuussa omien ongelmien ratkaisemisesta ja mahdollisesti jostakin koko oppimisyhteisön tehtävän osa-alueesta. Nämä pienryhmät työskentelevät yhdessä tietokoneella ja ovat vastuussa tiedon hankkimisesta sekä muista tutkivaan oppimiseen liittyvistä toiminnoista. Siihen, millaisia ryhmiä kannattaa muodostaa, vaikuttavat luonnollisesti tutkivalle oppimisprosessille asetetut tavoitteet, oppimistehtävien luonne sekä oppimisyhteisön sisäiset ihmissuhteet. Tutkivan oppiminen nojautuu tässäkin asiassa psykologisen tutkimuksen tuloksiin, jotka osoittavat,

että yksilön taidot kehittyvät parhaiten eritasoisten oppilaiden ryhmässä, jossa oppilaat voivat ottaa mallia toinen toisistaan. On siis tärkeää pyrkiä muodostamaan sellaisia ryhmiä, joissa on kumpaakin sukupuolta edustavia sekä paremmin ja heikommin menestyviä oppilaita.

Haluttaessa voidaan käyttää **kuviosahamenetelmää** eli jakaa oppilaat asiantuntija- ja vastavuoroisen opettamisen ryhmiin (kuvio 3). Näin kutsutun asiantuntijaryhmän tarkoituksena on jonkin tutkimuksen kohteena olevan ongelman tai oppimistehtävän ratkaiseminen. Vastavuoroisen opettamisen ryhmät puolestaan muodostetaan siten, että niihin osallistuu yksi edustaja kustakin asiantuntijaryhmästä. Hänen vastuullaan on ryhmän saavuttamien tulosten selittäminen muiden ryhmien edustajille. Näin varmistetaan kunkin aiheen asiantuntemuksen jakautuminen kaikkiin ryhmiin. Vastavuoroisen opettamisen ryhmät auttavat oppilaita jakamaan hankkimaansa tietoa ja ymmärrystä muille oppilaille, jolloin projektissa hankittu tieto jakautuu koko oppimisyhteisöön. Tämänkaltaisen työnjako korostaa myös jokaisen oppilaan omaa vastuuta yhteisöllisen oppimisen prosessissa: kaikki oppilaat joutuvat omaksumaan vastuualueensa ilmiöt syvällisesti tietäessään joutuvansa selittämään niitä muiden pienryhmien jäsenille. Näin järjestetyssä yhteisöllisessä oppimisessä ei ehkä käy niin kuin perinteisessä ryhmätyössä monesti tapahtuu, että vain yksi tai kaksi ryhmän jäsentä tekee pääosan työstä, ja muut ovat eräänlaisia "liftareita".



Kuvio 3.

Asiantuntijuuden jakaminen luokkahuoneessa kuviosahamenetelmällä (engl. jigsaw method).

Seuraavassa Brownin ja Campionen kuvaukseen perustuvassa esimerkissä peruskoulun toisella luokalla toteutetun projektin tarkoituksena oli analysoida eläimen ja elinympäristön välisiä riippuvuussuhteita. Projektin alussa luettiin kirja, jossa käsiteltiin kuvallisesti erilaisten eläinten ja puiden symbioosia. Jokainen lapsi valitsi yhden eläimen, josta piti selittää, miksi se on riippuvainen puusta ja puu eläimestä. Tuloksia esiteltiin rakentamalla luokan oma yhteinen puu kunkin oppilaan projektin ja sen tulosten esittelemiseksi.

Tämän pohjalta oppilaiden tehtäväksi asetettiin täydellisen "tulevaisuuden eläimen" suunnittelu eläin–elinympäristö-suhteen periaatteiden ymmärtämiseksi. Oppilaat jakautuivat seuraavia aihepiirejä tai ongelmia pohtiviin asiantuntijaryhmiin: 1)

ravintoketju, 2) peto–saalis-suhteet, 3) puolustusmekanismit, 4) suojautuminen, 5) eläinten kommunikaatio ja 6) lisääntymisstrategiat. Kukin ryhmä esitti tutkimuksensa tuloksia kirjoittamalla ja visualisoimalla.

Edistymisen seuraamiseksi ja tiedon hajauttamiseksi järjestettiin koko luokan yhteisiä keskusteluja. Projektin aikana kukin oppilas osallistui vastavuoroisen opetuksen ryhmään opettaakseen muiden ryhmien jäsenille oman asiantuntijaryhmänsä saavuttamat tulokset.

Oppilaiden tehtävänä oli myös selostaa säännöllisesti oman tutkimuksensa tuloksia muiden luokkien oppilaille, vanhemmille tai vieraileville asiantuntijoille. Yleisön esittämät kysymykset ja vaatimat tarkennukset pakottavat oppilaat menemään syvemmälle aiheensa käsittelyssä. Näitä projektiesittelyjä voidaan pitää eräänlaisena oppimisen arvioinnin muotona.

Rakentavan vuorovaikutuksen tukeminen

Tärkeä tutkivan oppimisen onnistumisen edellytys on se, että oppilaat uskaltavat esittää omia käsityksiään opiskelun kohteena olevista ilmiöistä. Tämä ei ole helppoa koulussa, jossa oppilaan vastausta usein verrataan valmiina annettuun kriteeriin – siihen kuinka asiaa oppikirjoissa käsitellään. Esittäessään omia ajatuksiaan oppilaat ottavat riskin. Tämän takia opettajalta vaaditaan pitkäjänteistä työskentelyä uudenlaisen oppimiskulttuurin synnyttämiseksi, jossa jokaisen oppilaan käsityksiä kunnioitetaan ja jokaista rohkaistaan osallistumaan.

Psykologisesti merkittävä muutos voisi olla se, että erilaisia kysymyksiä, käsityksiä ja teorioita käsitellään kohteina, jotka ovat osittain irrallaan ne esittäneistä oppilaista. Kuten aikaisemmin ehdotettiin, varsinkin projektin alkuvaiheessa kysymyksiä ja ideoita voisi kerätä nimettöminä, jolloin aratkin oppilaat voivat osallistua jännittämättä.

Hyvä tapa opetella rakentavaa vuorovaikutusta on niin kutsutun **hellävaraisen palautteen** käytäntöjen kokeileminen, joita on prosessikirjoittamisen yhteydessä Suomessa kehitellyt erityisesti Kirsti Lonka. Hellävarainen palaute merkitsee sitä, että a) sallitaan vahvojen kohtien osoittaminen toisen käsityksissä, b) ohjataan oppilaat pyytämään tarkentamaan epäselviä ajatuksia, mutta c) ei etsitä virheitä tai ryhdytä puolustamaan omia käsityksiään.

Rakentavalle keskustelukulttuurille on tyypillistä se, että keskustelun päähuomio kiinnitetään niihin käsityksiin ja ideoihin, jotka ovat tutkivan oppimisen kohteena. Toiseksi on olennaista se, että käsitysten kehiteltävyyttä tai paranneltavuutta pidetään positiivisena ominaisuutena. Ei ole niin tärkeää, onko jokin käsitys loppuun kehitetty kuin se, avaako käsitys mahdollisuuden mielenkiintoiseen ja käsitteellisesti haastavaan keskusteluun. Edelleen on tärkeämpää saavuttaa yhteisen ymmärrys siitä, mistä puhutaan ja keskustellaan ja mistä asioista ollaan eri mieltä, kuin saavuttaa muodollinen yksimielisyys. Olennaista on myös se, että koko yhteisö sitoutuu keskustelun lähtökohtana olleiden tietojen laajentamiseen ja syventämiseen. Keskustelussa esitetyn kritiikin tulisi ennen kaikkea palvella tiedon edistämisen tavoitteita.

On erittäin hyödyllistä ohjata oppilaat itse pohtimaan, millaiset verkkokeskustelussa esitetyt kommentit ovat heidän mielestään kaikkein hyödyllisimpiä:

Kuinka paljon on apua kommentteista, jotka kohdistuvat esimerkiksi kielioppivirheisiin verrattuna kommentteihin, jotka auttavat oppilasta tajuamaan, ettei hänelle itselleen itsestään selvä asia olekaan muille ymmärrettävä? Kuinka kommentin perustelu vaikuttaa sen hyödyllisyyteen? Entä kommentit, jotka välittävät arvokasta tietoa?

Tietotekniikan käyttäminen tutkivassa oppimisprojektissa

Uusi tieto- ja viestintäteknikka antaa vahvaa tukea tutkivalle oppimiselle. Kuitenkin kysymyksessä on ennen kaikkea uudenlaisen pedagogisen ajattelun omaksumisesta. Tämän takia tutkivaa oppimista saattaa olla hyvä harjoitella aluksi ilman tietotekniikan käyttöä (esimerkiksi kirjoittamalla ongelmia ja työskentelyteorioita paperilapuille ja liimailemalla niitä seinille). Vasta kun oppilaat ovat oivaltaneet, mistä tutkivassa oppimisessä on kysymys, voidaan asteittain ottaa käyttöön sitä tukevaa tietotekniikkaa.

Tutkimukset osoittavat, että oppilaiden tutkimusprojektien onnistuminen ja syveneminen vaatii opettajalta oppilaiden tuottamaan tietoon tutustumista jatkuvasti tutkivan oppimisprojektin aikana sekä aktiivista osallistumista opiskelijoiden verkkokeskusteluun, mikäli oppiminen tapahtuu verkostopohjaisen oppimisympäristön välityksellä. Tällä tavalla opettaja voi esimerkiksi ohjata opiskelijoita 1) syvemmälle tutkittaviin ilmiöihin, 2) hahmottamaan tutkimuksen etenemistä 3) pohtimaan tutkimusprosessin etenemistä ja käytettyjä menetelmiä, sekä 4) tukemaan aktiivisesti toisten ponnistelua.

Verkostopohjaiset oppimisympäristöt antavat erityisen voimakasta tukea yhteisöllisen oppimisen toteuttamiselle, koska ne tarjoavat sekä tiedon tuottamisen välineitä että yhteisöllisen oppimisen välineitä. Tiedon tuottaminen yhteiseen työskentelyvaruuteen mahdollistaa kaikkien tutkimusprosessin vaiheiden jakamisen oppimisyhteisön jäsenten välillä. Muiden tuottaman tiedon kommentointi luo hyvän pohjan yhteisölliselle tiedonrakentelulle. Tällaisia verkostopohjaisia oppimisympäristöjä ovat esimerkiksi Toronton yliopiston Knowledge Forum (CSILE:n seuraaja), Turun yliopiston oppimistutkimuskeskuksessa kehitetty Työporukka (WorkMates) tai Taideteollisen korkeakoulun ja Helsingin yliopiston Future Learning Environment (FLE).

Yhteisöllistä oppimista voidaan tukea paitsi tarkoitukseen erityisesti suunniteltujen oppimisympäristöjen myös internetistä ilmaiseksi saatavien ryhmätyöohjelmien, keskusteluympäristöjen tai erityisten postituslistojen avulla. Lisäksi tietoverkkoon on parhaillaan syntymässä aidosti vuorovaikutteisia oppimateriaaleja, jotka tarjoavat oppilaille ja oppilasryhmille mahdollisuuden esittää omia kysymyksiään ja käsityksiään sekä jakaa luomaansa tietoa muiden oppijoiden kanssa valmiin tiedon passiivisen vastaanottamisen sijaan.

4.4 Tutkimustulosten raportointi ja julkaiseminen

Jo hyvin nuoret koululaiset pystyvät tuottamaan suhteellisen korkeatasoisia tutkimusraportteja omista projekteistaan. Tutkimusraportin laatiminen on kuitenkin tavattoman heikosti määritelty ongelma kokemattomalle oppilaille. Mahdollisia tapoja esittää tutkimusprosessin tuloksia on lukemattomia, eikä oppilaan ole helppo löytää

oikeaa etenemistapaa ilman vanhempien ja opettajan tukea. Opettajan ei tulisi luottaa oppilaiden ohjaamattomaan luovuuteen, vaan tarjota malleja ja rakenteita, jotka auttavat oppilaita löytämään tehokkaita tapoja esittää hankkimaansa tietoa. Erityisesti sosioekonomisesti ja kulttuurisesti heikossa asemassa olevat lapset joutuvat helposti ylivoimaisten vaatimusten eteen silloin, kun heidän täytyy tuottaa oma tutkimusraporttinsa ilman ohjausta.

Ohjaavien rakenteiden tarjoaminen ei ole ristiriidassa luovuuden kanssa, vaan auttaa suuntaamaan sen olennaisiin tutkimuksen sisältöön liittyviin kysymyksiin. On tarkoituksenmukaista ohjata oppilaat jo hyvin varhaisesta opiskeluvaiheesta alkaen tuottamaan tutkimusraportteja, jotka nojautuvat johonkin hyväksi havaittuun rakenteeseen, esimerkiksi:

Tiivistelmä: Tiivistelmä siitä, mitä tutkittiin ja millaisia tuloksia saavutettiin (ohjaa ja pakottaa tiivistämään olennaisen)

Sisältö: Sisällysluettelo

Johdanto: Miksi valittu ongelma on merkityksellinen ja tärkeä tutkimuskohde?
Mitä oppilas oletti tai ajatteli tutkimuskohteesta tutkimusprosessia aloittaessaan (omien työskentelyteorioiden esittäminen)?

Ongelma: Mitä ovat ne ongelmat, joihin tutkimuksen avulla haluttiin saada vastaus?

Menetelmät: Millaisin menetelmin tutkimus toteutettiin (haastattelu, kirjallisuushaku, koe)?

Tulokset: Millaisia tuloksia saatiin (raportointi tekstin ja kuvien avulla)?

Tarkastelu: Mitä ongelmia ja rajoituksia sisältyi tutkimukseen ja sen toteuttamiseen?
Mitä opittiin? Kuinka lähtökohtana olleet ajatukset kehittyivät projektin seurauksena. Mitkä kysymykset jäivät vastaamatta?
Mikä on saatujen tulosten merkitys?

Lähteet: Tutkimuksessa käytetyt kirjalliset ja WWW-lähteet.

Liitteet: Suuret kuvat ja taulukot, koehenkilöille esitetyt ohjeet jne.

Liitteessä 1 on malli ohjeesta, jonka oppilaille voi jakaa tutkimusraportin laatimista varten. Vastaavalla tavalla kuin tutkimustulosten raportoinnissa, oppilaita voidaan ohjata myös niiden esittämisessä opettamalla nojautumaan kalvoihin ja erilaisiin tukirakenteisiin, joita asiantuntijat käyttävät oman esiintymisensä tukena (puhujan muistiinpanot, jaettavat materiaalit jne.).

4.5 Tutkivan oppimisprosessin arviointi

Opettajan ja oppilaiden on arvioitava toimintaansa sekä tutkimusprojektin aikana että sen jälkeen. Arvioinnin tulisi olla monitasoista. Sen kohteena voivat olla tutkimusongelmat ja niiden asettaminen, projektin eteneminen sekä yhteisöllisen toiminnan merkitys tiedonmuodostuksessa.

Hyvin olennaista on siirtää vastuuta arvioinnin suorittamisesta oppilaille pyytämällä heitä esimerkiksi useamman kertaan projektin aikana arvioimaan sekä oman tutkimusprosessinsa että koko ryhmän edistymistä. Tällainen **itsearviointi** saattaa tukea tutkimusprosessin syvenemistä ja oppijan metakognitiivisten taitojen kehitystä.

Eräs oppilaiden edistymisen kriteeri voisi olla se, **millaisia kysymyksiä he pystyvät aihepiiristä esittämään**. Jotkut opettajat ovat kokeilleet esimerkiksi sellaista menettelyä, että kurssin loppukokeessa oppilaat joutuvat esittämään 10 ajattelua vaativaa kysymystä tutkimuksen kohteena olevasta aiheesta (jokaisesta mielekkästä kysymyksestä saa 1 pisteen ja triviaaleista kysymyksistä –1 pistettä). Tällaiset kokeet osoittavat, että oppilaita voidaan ohjata asettamaan vaativia, heidän omista ymmärtämisen tarpeistaan esiin nousevia kysymyksiä. Ymmärtämisen syvenemistä mittaa se, kuinka paljon oppilaille on prosessin aikana noussut uusia kysymyksiä; tutkivan oppimisen edetessä näiden kysymysten määrä kasvaa pikemmin kuin vähenee.

Yhteisöllisen oppimisen arvioimisessa on olennaista se, ettei oppilaita arvioida ainoastaan sen varassa, kuinka syvällisesti he onnistuvat toteuttamaan oman tutkimusprosessinsa, vaan myös kuinka he pystyvät tukemaan muiden oppilaiden tutkimusprosessin etenemistä. Tällainen **oppimisen yhteisöllisyyden arviointi** on tärkeä edellytys sille, että oppilaat ovat motivoituneita toimimaan yhdessä ja todella sitoutuvat yhteisöllisen oppimisen prosessiin. Verkostopohjaista oppimisympäristöä käytettäessä arvioinnin voi suorittaa analysoimalla oppilaiden toisten oppilaiden muistiinpanoihin tekemiä kommentteja

Ymmärtämisen syvenemisen arvioiminen on luonnollisesti tärkeä arvioinnin kohde. Tätä on yritetty tehdä mm. pyytämällä oppilaita arvioimaan “Mitä minä opin tästä projektista?” “Mitä sellaisia asioita minä ymmärrän nyt, joita en ymmärtänyt projektin alkaessa?” “Miksi oppimisen kohteena oleva ilmiö on vaikea ymmärtää?” “Mitä minun tulisi tehdä silloin, kun en ymmärrä jotakin asiaa?” Tällaisiin kysymyksiin ei voida vastata pelkästään faktoja luettelemalla, vaan pohtimalla omaa ymmärrystään ja sen syvenemisen prosessia. Tietysti tällaisten metakognitiivisten kysymysten pohtimisen tulisi olla olennainen osa koulukulttuuria muutoinkin.

Keskeinen osa tutkivan oppimisprosessin arviointia on sellaisten toimintojen toteuttaminen, jotka vastaavat tutkijoiden ja muiden asiantuntijoiden käytäntöjä. Näitä **autenttisen arvioinnin** muotoja ovat esimerkiksi tutkimusraporttien laatiminen, hypermedia-ohjelman luominen, esitelmän pitäminen omalle luokalle tai muille luokille sekä luokan tutkimusprojektien esittely luokan ulkopuolisille asiantuntijoille (esimerkiksi paikalliset yrittäjät yhteiskuntatieteessä, luonnonsuojeluasiantuntijat ja aktivistit ympäristöongelmien käsittelyssä tai koulukiusaamisen tutkijat aiheeseen liittyvän projektin yhteydessä). Tällaisia toimintamuotoja tulisi käyttää systemaattisesti kaikkien projektien yhteydessä, jolloin oppilaat tottuvat niihin asteittain.

Voidaan myös katsoa, että tutkimusprosessin **tulosten julkaiseminen** WWW-ympäristössä on tärkeä autenttisen arvioinnin muoto, joka muuttaa tutkimusprosessin luonnetta olennaisesti. Esittäessään käsityksiään julkisuuteen oppilaat joutuvat tarkastelemaan tekstiään paljon syvällisemmin ja ottamaan huomioon mahdollisen lukijan näkökulman. Tämä pakottaa yleensä oppijan menemään syvemmälle käsiteltävien asioiden ymmärtämisessä. On kuitenkin otettava huomioon, ettei loisteliaa lopputulos välttämättä merkitse sitä, että oppimisprosessi olisi sinänsä ollut onnistunut. Monissa projektioppimisen muodoissa tähdätään ainoastaan julkisesti esitettävään lopputulokseen, mutta itse prosessi ei tue oppijan oman ajattelun kehitystä.

5 TARKASTELU

Tutkivan oppimisen tavoitteena on toteuttaa sellaisia laajoja tutkimuksellisia oppimisprojekteja, jotka tähtäävät tiedonalan ydinkäsitteiden omaksumiseen ja käyttämiseen ongelmanratkaisun välineenä. Tutkivan oppimisen projektien aikana oppilaat asettavat ja tarkentavat ongelmia, keskustelevat ajatuksista, tekevät ennustuksia, laativat suunnitelmia ja kokeita, kokoavat tietoa, keräävät ja analysoivat tutkimusaineistoa, tekevät päätelmiä ja viestittävät ajatuksiaan ja löytöjään muille. Tutkivaa oppimista tukee oppilaiden yhteisöllinen työskentely tutkimuksen kohteena olevien käsitteiden ja ilmiöiden merkitysten ymmärtämiseksi erilaisten näkökulmien ja jaettujen kokemusten välityksellä. Näissä yhteisöissä opiskelijat toimivat yhdessä asiantuntijoiden kanssa rakennellen tietoa ja jakaen kokemuksia.

Tällaisen oppimisen toteuttaminen on monimutkainen prosessi, joka edellyttää muutoksia opettajan rooleissa, tiedossa ja taidoissa. Se edellyttää sellaisten uudenlaisten laajennettujen oppimisyhteisöjen muodostamista, jotka yhdistävät oppilaita, opettajia, vanhempia työntekijöitä, asiantuntijoita ja yhteisöä. Samalla vaaditaan syvällisiä muutoksia opetussuunnitelmassa, pedagogiikassa, arvioinnissa sekä koulun toiminnan organisoinnissa ja hallinnossa. Uuden tieto- ja viestintätekniikan mielekäs käyttö tarjoaa olennaista tukea näiden tavoitteiden toteuttamiselle, välittää uusia ratkaisuja ja mahdollisuuksia sekä vaatii uudenlaisten opetus- ja oppimiskäytäntöjen kokeilemistä.

Tutkivan oppimisen toteuttaminen ei ole helppoa, vaan vaatii paljon sekä opettajalta ja oppijalta. Prosessi, jonka kuluessa löytyy uusia käytäntöjä, on varsin aikaa vievä eikä liian nopeita tuloksia kannata odottaa. Muutos edellyttää opettajalta määrätietoista ponnistelua, virheistä oppimista ja tietojen syventämistä. Onnistuminen voi vain harvoin tapahtua ainoastaan yhden opettajan voimin, vaan tutkivaa oppimista kannattaa kokeilla muiden saman alan opettajien tai muutoin läheisten opettajien kanssa ja mielellään koko opettajayhteisön tuella.

Oppilaiden osalta oppimiskulttuurin muutos vaatii aikaa: on paljon helpompaa painaa mieleen opettajan välittämät asiat kuin asettaa itse kysymyksiä ja ohjata omia ajatteluponnistuksiaan. Samalla tutkivan oppimisen käytäntöjen kokeileminen on kuitenkin osoittautunut sekä opettajien että oppilaiden kannalta palkitsevaksi ja johtanut perinteistä opetusta olennaisesti parempiin oppimistuloksiin.

Lisäksi on tärkeää oivaltaa, ettei tutkivan oppimisen malli ja sen soveltaminen ratkaise kaikkia pedagogisia ongelmia. Kuten kaikki koulun toimintaan liittyvät muutokset, se saattaa synnyttää uusia ongelmia. Näitä ongelmia syntyy erityisesti silloin, kun taustalla olevia periaatteita ei ole ymmärretty tai kun tyydytään niiden

yksinkertaistettuun versioon. Tämän takia on aivan ratkaisevan tärkeää pohtia yhdessä muiden opettajien kanssa esitetyn mallin perusajatuksia, kokeilla niitä käytännössä ja arvioida mahdollisesti yhdessä tutkijoiden kanssa saavutettuja tuloksia.

Tutkivan oppimisen käytäntöihin ei siten voida hypätä, vaan se edellyttää oppimiskulttuurin asteittaista muuttamista ja uusien toimintatapojen hyödyllisyyden ja motivoivuuden osoittamista. Aluksi saattaa olla tarkoituksenmukaista lähteä liikkeelle pienemmistä projekteista, joissa korostuu joku tutkivan oppimisen osatekijä, kuten esimerkiksi mielekkäiden ongelmien asettamisen harjoittelu tai oppijoiden omien käsitysten esittäminen. Myöhemmin voidaan ottaa huomioon laajempi joukko erilaisia menetelmiä ja toteuttaa vaativia tutkivan oppimisen projekteja.

SANASTO

Adaptiivinen asiantuntijuus. Asiantuntija, jolle on tyypillistä asettaa jatkuvasti haasteellisia ongelmia ja pyrkiä jo hankitun tiedon ja taidon syvenemiseen. Adaptiivisen asiantuntijuuden vastakohta on rutiiniasiantuntijuus, jolle on tyypillistä nojautuminen jo hankittujen taitojen rutiininomaiseen soveltamiseen ja ongelmien minimoiminen.

Ajattelun tikapuut (engl.scaffolding). Ajattelun tukirakenteilla tarkoitetaan prosessia, jonka aikana esimerkiksi ohjaava aikuinen yksinkertaistaa kognitiivista tehtävää, niin että se on lapsen suoritettavissa, vaikka häneltä puuttuisi joitakin perustaitoja (esim. tehtävässä tarvittavien ratkaisujen tekeminen näkyviksi). Ongelmanratkaisuprosessin strukturoiminen tietotekniikan välityksellä tarjoaa parhaimmillaan opiskelijan ajattelulle tukirakenteita, joiden avulla he voivat suorittaa sellaisia tehtäviä, jotka muutoin olisivat mahdottomia.

Ankkuroitu opetus. Pedagoginen strategia, joka korostaa sitä kuinka tärkeää on ankkuroida eli liittää koulussa käsiteltävät ilmiöt todellisen maailman aitoihin ja monimutkaisiin ongelmiin. Keskeinen osa ankkuroitua opetusta on käsiteltävän asian liittäminen johonkin rikkaaseen ja laajempaan kontekstiin videon, tarinan, asiantuntijaluennon tai muun sellaisen välityksellä.

Asiantuntijuus. Kokemuksessa muodostuneeseen hyvin organisoituun ja käyttökelpoiseen tehtäväkohtaiseen tietämykseen perustuva ylivoimainen taito ratkaista ongelmia. Psykologinen asiantuntijuuden käsite ei viittaa yhteiskunnalliseen erikoisasemaan, vaan myös nuoret oppilaat voivat olla oman alansa asiantuntijoita siinä mielessä, että heillä on johonkin aiheeseen liittyviä rikkaita tietorakenteita, joiden varassa he ratkaisevat ongelmia muita tehokkaammin.

Interrogatiivinen malli. Professori Jaakko Hintikan kehittämä arki- ja tieteellistä ajattelun kehitystä kuvaava malli, jossa korostetaan sitä, kuinka ihminen vastaa suuriin ja monimutkaisiin kysymyksiin erottamalla joukon pienempiä tai yksityiskohtaisempia kysymyksiä.

Intuitiiviset käsitykset. Oppijan arkikokemuksessa muodostuneet luontoon, ihmiseen ja kulttuuriin liittyvät käsitykset, joita on vaikea muuttaa tavanomaisessa opetuksessa. Usein puhutaan myös virhekäsityksistä (engl. misconceptions) viitaten siihen, että oppilaiden käsitykset poikkeavat yhteisesti hyväksytyistä tieteellisistä käsityksistä.

Jaettu asiantuntijuus. Pedagoginen käytäntö, jossa vastuuta oppimisprosessista jaetaan opettajan ja oppilaiden välillä sekä oppilaiden välillä siten, että oppimisyhteisön jäsenet perehtyvät syvällisemmin heitä itseään kiinnostaviin asioihin ja opettavat niitä toinen toisilleen.

Kognitio. Kognitiolla tarkoitetaan ihmisen tiedonkäsittelytoimintaa, tiedon hankkimista, käsittelyä ja kehittämistä. Ajattelu, ongelmanratkaisu ja oppiminen ovat tyypillisiä kognitiivisia prosesseja.

Kognitiivinen moninaisuus (engl cognitive diversity). Ajatus, jonka mukaan oppimisyhteisön jäsenten erilaiset kyvyt ja taidot tukevat oppimisprosessin tavoitteiden saavuttamista.

Käsitteellinen muutos. Oppimisprosessi, jossa ei ainoastaan tapahdu tiedon lisääntymistä tai kasautumista, vaan jossa käsitteet, joiden varassa oppija hahmottaa todellisuutta, muuttuvat.

Käsitteellinen artefakti (conceptual artefact). Kulttuuritiedon maailmaan sisältyvä abstrakti tieto-objekti, jonka avulla voidaan selittää ilmiöitä. Käsitteellisiä artefakteja ovat esimerkiksi ongelmat, hypoteesit, teoriat, tai esimerkiksi kirjallisuuden tulkinnat. Myös virheelliseksi havaitut teoriat ovat käsitteellisiä artefakteja.

Läbikiehtymisen vyöhyke. Oppijan kykyjen ja taitojen äärirajalla oleva dynaaminen vyöhyke, jossa tapahtuu yksilön taitojen kehittyminen. Etäisyys yksilön itsenäisen ongelmanratkaisukykyyn ja

ohjaavan aikuisen tai ulkoisen tuen varassa saavutetun taidon välillä. Voidaan käsitteellistää myös etäisyudeksi yksilön taitojen ja kulttuurissa olevien parhaiden käytäntöjen välillä.

Metakognitio. Ajattelu- ja toimintaprosessin suunnittelun, ohjaamisen ja arvioinnin säätelyprosessi. Oman ymmärryksen arvioinnin prosessi edellyttää hyvin kehittyneitä metakognitiivisia taitoja. Metakognitio on ratkaisevan tärkeä prosessi oppimaan oppimisessa ja hyvin kehittyneet metakognitiiviset taidot asiantuntijoiden ylivoimaisen suorituksen taustalla.

Ongelma. Tutkimusprosessin lähtökohta. Tiedon aukoista, ihmettelystä ja aikaisemman tiedon riittämättömydestä esiin nouseva kysymys, joka ohjaa tutkimusprosessin suuntautumista.

Progressiivinen ongelmanratkaisu. Prosessi, jossa yksilö asettaa itselleen jatkuvasti haasteellisia ongelmia ja pyrkii oman tietonsa ja taitonsa rajojen ylittämiseen. Tyypillistä progressiiviselle ongelmanratkaisulle on uusien ongelmien etsintä sekä jatkuva oppimiseen investoiminen.

Selittäminen. Kognitiivinen prosessi, jonka välityksellä oppija liittää asioita suuremmiksi kokonaisuuksiksi ja liittää niitä aikaisemman tietonsa yhteyteen.

Tiedonrakentelu. Tiedonrakentelua luonnehtii yhteisöllinen työskentely tieto-objektien (esimerkiksi suunnitelma, teoria) luomiseksi ja kehittämiseksi. Tiedonrakentelu on tyypillistä tieteellisille tutkimusryhmille, ja sitä voidaan soveltaa myös kouluoppimisessa. Tiedonrakentelu eroaa oppimisesta siinä mielessä, että sen välityksellä tuotetut tieto-objektit voivat auttaa paitsi yksilön omaa myös muiden oppilaiden oppimista.

Tieto-objekti. Tieto-objektilla tarkoitetaan yhteisöllisen tiedonrakentelun kohteena olevia ongelmia, työskentelyteorioita, tai tieteellistä tietoa. Myös kirjallisuuden tai muiden taiteen tuotteiden tulkinnat ovat tieto-objekteja yhä hyvin kuin erilaiset suunnitelmat ja designit, joiden kanssa saatetaan työskennellä. Tieto-objektille on luonteenomaista se, että ne ovat käsityksiä ja ajatuksia, jotka ovat saaneet kirjallisen tai visuaalisen muodon ja voidaan siten ottaa koko yhteisön työskentelyn ja edelleenkehittelyn kohteiksi.

Tietokoneavusteinen yhteisöllinen oppiminen. Verkostopohjaisiin oppimisympäristöihin nojautuva prosessi, jossa oppimisyhteisön jäsenet (opettaja ja oppilaat) yhdessä pyrkivät ratkaisemaan asettamiaan ongelmia. Perinteisestä yhteistoiminnallisen oppimisestä tämä lähestymistapa eroaa siitä, että se korostaa ajatteluprosessien, ei ainoastaan toiminnan jakamista.

Tutkiva oppiminen. Tutkiva oppiminen tarkoittaa prosessia, jossa oppiminen etenee oppimisyhteisön jäsenten yhdessä asettamien ongelmien, heidän itsensä muodostamien käsitysten ja teorioiden sekä etsimänsä tieteellisen tiedon kriittisen arvioinnin ohjaamana.

Verkostopohjaiset oppimisympäristöt. Verkostopohjaiset oppimisympäristöt ovat kognitiivisen tutkimuksen pohjalta kehitettyjä uuteen tieto- ja viestintäteknikkaan nojautuvia oppimisympäristöjä. Näiden oppimisympäristöjen ytimenä on yleensä tietokantajärjestelmä, johon voidaan tallentaa tekstin, kuvan tai videon muodossa olevaa tietoa. Oppilaat ovat yleensä itse vastuussa oppimisympäristöjen tietokantaan sisältyvän tiedon tuottamisesta. Lisäksi kaikki heidän tuottamansa tieto on yleensä julkista, jolloin oppimisympäristö muodostaa yhteisen työskentelyvaruuden koko oppimisyhteisölle.

Yhteisöllinen oppiminen. Oppimisprosessi, jossa oppimisyhteisön jäsenet jakavat tavoitteiden asetteluun, tutkimuskysymysten muodostamiseen, selittämiseen ja tiedonhankintaan liittyviä tehtäviä. Yhteisöllisen oppimisen kognitiivisen merkityksen korostus erottaa yhteisöllisen oppimisen perinteisistä yhteistoiminnallisen oppimisen malleista.

KIRJALLISUUTTA

- Bereiter, C. & Scardamalia, M. (in press) Rethinking learning. In Olson, D. & Torrance, N. (Eds.) *Handbook of education and human development: New models of learning, teaching, and schooling*. Cambridge, MA: Basil Blackwell.
- Bereiter, C., & Scardamalia, M. (1987a) *The psychology of written composition*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Bereiter, C. & Scardamalia, M. (1993) *Surpassing ourselves. An inquiry into the nature and implications of expertise*. Chicago, IL: Open Court.
- Brown, A. L., Ash, D., Rutherford, M., Nakagawa, K., Gordon, A. & Campione, J. (1993) Distributed expertise in the classroom. In Salomon, G. (Ed.) *Distributed cognitions: Psychological and educational considerations*. (pp. 188-228) Cambridge: Cambridge University Press.
- Brown, A. L., & Campione, J. C. (1994) Guided discovery in a community of learners. In McGilly, K. (Ed.) *Classroom lessons; Integrating cognitive theory & classroom practice*. (pp. 229-287). Cambridge, MA: MIT.
- Brown, A. L., & Campione, J. C. (1996) Psychological theory and the design of innovative learning environments: On procedures, principles, and systems. In Schauhe, L & Glaser, R. (Eds.) *Innovations in Learning. New environments for education*. (pp. 288-325). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Bruer, J. T. (1993) *Schools for thought. A science of learning in the classroom*. Cambridge, MA: MIT.
- Bruner, J. (1996) *Culture and Education*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Carey, S. & Smith, C. (1995). On understanding scientific knowledge. In D. N. Perkins, J. L. Schwartz, M. M. West, & M. S. Wiske (Eds.), *Software goes to school* (pp. 39-55). Oxford: Oxford University Press.
- Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1997) *The Jaspers Project: Lessons in curriculum, Instruction, assessment, and professional development*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Cohen, Karen C. (1997) *Internet Links for Science Education*. New York: Plenum Press.
- Edelson, D., Pea, R., & Gomez, L. (1996). Constructivism in the Collaboratory. In B. G. Wilson (Ed.), *Constructivist learning environments: Case studies in instructional design*, (pp. 151-164). Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.
- Geisler, C. (1994) *Academic literacy and the nature of expertise*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Hakkarainen, K. (1997) Verkostoympäristöt ja kognitio. Teoksessa Erno Lehtinen (toim.) Verkkoopedagogiikka. Edita.
- Hakkarainen, K. (1998) Epistemology of scientific inquiry and computer-supported collaborative learning. Ph.D. Thesis. Department of Human Development and Applied Psychology. University of Toronto.
- Hintikka, J. (1982) A dialogical model of teaching. *Synthese* 51, 39-59.
- Lave, J. & Wenger, E. (1991) *Situated learning. Legitimate peripheral participation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lehtinen, E., Hakkarainen, K., Lipponen, L., Rahikainen, M. & Muukkonen, H. (1998). Computer supported collaborative learning: A review of research and development. CL-Net. A report for European Commission.
- Lento, E., O'Neill, D. K., & Gomez, L. M. (1998) Integrating internet services into school communities. Teoksessa C. Dede (Ed.). *ASCD Year Book 1998. Learning with technology*. Association for Supervision and Curriculum Development. Alexandria. Virginia. USA.
- Lipponen, L. Hakkarainen, K., & Järvelä, S. (1998). *Tiedonmuodostus verkostopohjaisessa oppimisympäristössä - CSILE-projekti*. Helsingin kaupungin opetusviraston julkaisusarja A6: 1998.

- Macmillan, C. & Garrison, J. (1988) *A logical theory of teaching. Erotetics and intentionality*. Dordrecht: Kluwer
- Miyake, N. (1986) Constructive interaction and the iterative process of understanding. *Cognitive Science*, 10, 151-177.
- Norman, D. A. (1993) *Things that make us smart. Defending human attributes in the age of the machine*. New York: Addison-Wesley.
- Oatley, K. (1990) Distributed cognition. In Eysenck, H, Ellis, A., Hunt, E, Johnson-Laird, P. (eds.) *The Blackwell dictionary of cognitive psychology*. (pp. 102-107) Oxford: Blackwell Reference.
- Olson, D. (1994) *The world on paper. The conceptual and cognitive implications of writing and reading*. Cambridge; Cambridge University Press.
- Pea, R. D. (1993) Practices of distributed intelligence and designs for education. In Salomon, G. (Ed.) *Distributed cognitions. Psychological and educational considerations*. (pp. 47-87) Cambridge: Cambridge University Press.
- Perkins, D. N. (1992) *Smart Schools*. New York: Free Press.
- Popper, K (1972). *Objective knowledge: An evolutionary approach*. Oxford: Oxford University Press.
- Rauste-von Wright, M. & von Wright, J. (1994) *Koulutus ja oppiminen*. Juva: Werner Söderström.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (1992b) Text-based and knowledge-based questioning by children. *Cognition and Instruction*, 9, 177-199.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (1994) Computer support for knowledge-building communities. *The Journal of the Learning Sciences*, 3, 265-283.
- Scardamalia, M., Bereiter, C. & Lamon, M. (1994) The CSILE project: Trying to bring the classroom into World 3. In McGilly, K. (Ed.) *Classroom lessons; Integrating cognitive theory & classroom practice*. (pp. 201-228). Cambridge, MA: MIT.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (in preparation). Schools as knowledge-building organizations. In D. Keating & C. Hertzman (Eds.), *Today's children, tomorrow's society: The developmental health and wealth of nations*. New York: Guilford.
- Sintonen, M (1990a). How to put questions to Nature. In D. Knowles (Ed.), *Explanation and its limits*. (pp. 267-284). Cambridge: Cambridge University Press.
- Sintonen, M. (1990b). The interrogative model of inquiry in evolutionary studies. *Acta Philosophica Fennica, Societas Philosophica Fennica*, Helsinki, 49, 473-487.
- Vygotsky, L. S. (1934/1978) *Mind in society. The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Liite 1.

Tutkimustulosten raportoinnin malli		
Tämän mallin tarkoituksena on auttaa sinua tuottamaan onnistunut tutkimusraportti tutkivaa projektia varten. Samaa mallia voidaan käyttää eri oppiaineissa.		
Tässä sarakkeessa selitetään, mitkä ovat projektiraportin pääosat.	Tässä sarakkeessa selitetään, mitä asioita voit sisällyttää raporttisi	Tässä sarakkeessa on hyödyllisiä kysymyksiä ja suosituksia, jotka voivat auttaa sinua ratkaisemaan, miten kirjoitat raporttisi
JOHDANTO	Raporttisi alussa sinun on esiteltävä lukijalle tutkimusaiheesi. Sinun on otettava huomioon, että lukija ei välttämättä tunne aihetta tai häne ei tiedä, miksi se on sinulle tärkeä. Siksi ensimmäinen tehtäväsi on kertoa, mitä olet tutkinut ja miksi olet kiinnostunut siitä.	Mitä minä tutkin? Mikä on tutkimukseni tarkoitus?
ONGELMA	Raportin johdannossa sinun pitäisi kertoa lukijalle, mitä ongelmaa olet tutkinut. Yritä selittää, mikä oli se ongelma tai kysymys, jota ihmettelit.	Mikä on se ongelma, jonka ratkaisemiseen tutkimus/projekti tähtää? Miksi tämä ongelma on tärkeä tai merkittävä?
OMA TEORIA	Voi olla hyödyllistä kertoa, mitä tiesit ongelmasta, kun aloitit projektisi (esim. "Tiesin, että delfiinit eivät ole kaloja, mutta halusin tietää enemmän siitä, kuinka ne pystyvät olemaan veden alla niin pitkän aikaa.>").	Mitä tiedän aiheesta ennestään? Mitä uskon tai odotan saavani selville? Mitä minä ihmettelen? Mitä minun on vaikea ymmärtää?
TULOKSET		
UUDEN OPPIMINEN	Kerro lukijalle omin sanoin, mitä sait selville tutkimastasi aiheesta projektin aikana.	Mitä sain selville? Mitä tietolähteissä sanotaan kyseisestä ongelmasta?
TULOSTEN KUVAAMINEN	Käytä sekä tekstiä että grafiikkaa (kuvia) selostaessasi tutkimuksesi tuloksia.	Tekstiä Kuvia
SYVENTÄVÄ TIETO	Miten selvisit ongelmien ratkaisemisesta? Onnistuitko pääsemään aiheesta syvemmälle käyttämällä tietolähteitä?	Minkälaisia uusia ongelmia tai kysymyksiä syntyi? Minkälaisia vastauksia uusista tietolähteistä löytyi näihin uusiin kysymyksiin?
TARKASTELU	Tarkastelussa sinun tehtäväsi on selittää lukijalle, mitä sellaista opit tai ymmärsit projektin aikana, mitä et ennestään tiennyt tai ymmärtänyt.	Mitä ymmärrän nyt, mitä en ymmärtänyt projektin alkaessa? Mitkä asiat ovat edelleen vaikeita ymmärtää? Mihin kysymyksiin en löytänyt vastausta?
LÄHTEET	Kerro lukijallesi tietolähteistä, joita käytit projektissasi: Kirjoittajan sukunimi, etunimi, kirjan julkaisuvuosi, kirjan nimi, julkaisupaikka, julkaisija. Esimerkiksi: Carter, John (1991) Sea Animals. New York: Animal Press.	Jotkut lukijoistasi saattavat olla kiinnostuneita niistä tietolähteistä, joita käytit. He haluavat ehkä käyttää samoja kirjoja tai lehtiä omassa projektissaan. Siksi on tärkeää, että kerrot, mistä löysit käyttämäsi tiedot.