PATHWAY

Tutkimuspohjaisen luonnontieteiden opetuksen Pathway-hanke

Ohjeita opettajille

PATHWAY

Tutkimuspohjaisen luonnontieteiden opetuksen Pathway-hanke

Ohjeita opettajille

Authors:

ELLINOGERMANIKI AGOGI — Sofoklis Sotiriou

MUSEO NAZIONALE DELLA SCIENZA E DELLA TECNOLOGIA LEONARDO DA VINCI — Maria Xanthoudaki & Sara Calcagnini

CERTH — Panagiotis Zervas & Demetrios G. Sampson

UNIVERSITÄT BAYREUTH — Franz X.Bogner

Artwork:

ELLINOGERMANIKI AGOGI — Sylvia Pentheroudaki

Printed by: EPINOIA S.A., Pallini Attikis, Greece, 2012

ISBN: 978-960-473-325-5

The PATHWAY project is funded by the European Commission under the "Science in Society" initiative (theme FP7-SiS-2010-2.2.1.1) of the CAPACITIES programme (project number 266624). This document reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.
This is project deliverable D4.3 "The PATHWAY to Inquiry-Based Science Teaching Teachers Guidelines"

Copyright © 2012 by PATHWAY Consortium | All rights reserved.

Sisällys

Johdanto **5**
Soveltamisala 5
Asiakirjan Rakenne 5
1. Uudet Opetusmenetelmät Euroopan Tulevaisuutta Varten **9**
2. Esteet Tutkimuspohjaisen Tiedeopetuksen Omaksumiselle – Opettajan Näkökulma **15**
3. Opettajien Valmisteleminen Tutkimuspohjaiseen Opetukseen **19**
Koulutusta Tutkimuspohjaisen Luonnontieteen Opetukseen 21
Elinikäiseksi Tutkijaksi 25
Tutkimuspohjaiseen Opetukseen Keskittyvä Täydennyskoulutus 26
4. Opettajan Ammattikäytäntöön Liittyviä Ohjeita **31**
5. Pathwayn Tutkimuspohjaisen Tiedeopetuksen Yleiset Skenaariot **39**
Avoin Tutkimuspohjaisen Tiedeopetuksen Yleinen Skenaario 41
Ohjattu Tutkimuspohjaisen Tiedeopetuksen Yleinen Skenaario 43
Strukturoitu Tutkimuspohjaisen Tiedeopetuksen Yleinen Skenaario 45
6. Pathway Ask Learning Design Toolkit (Pathway Ask-Ldt) -Välineistön Toiminnallisuuksien Esittely Yleiskuvaus **51**
Keskeiset Toiminnot 54
Pathway Ask-Ldt:n Tutkimuspohjaisen Tiedeopetuksen Skenaarioiden Suunnitteluprosessi 55
Uuden Tutkimuspohjaisen Tiedeopetuksen Skenaarion Laatiminen Tutkimuspohjaisen Tiedeopetuksen Yleisten Skenaarioiden Pohjalta 56
Oppimistoimintojen Karakterisointi 58
Työkalujen Ja Palvelujen Määritteleminen 59
Osallistujaroolien Ja Työkalujen/Palvelujen Määritteleminen Kullekin Oppimistoiminnalle 60
Tutkimuspohjaisen Tiedeopetuksen Skenaarion Mukaisessa Oppimistoiminnassa Tarvittavien Opetusresurssien Määrittäminen 62
Tutkimuspohjaisen Tiedeopetuksen Skenaarion Opetusresurssien Pakkaaminen 64
Tallennetun Tutkimuspohjaisen Tiedeopetuksen Skenaarion Avaaminen 66
Tutkimuspohjaisen Tiedeopetuksen Skenaarion Tuominen 68
Tutkimuspohjaisen Tiedeopetuksen Skenaarion Käyttäminen Opetuksen Suunnitteluun Tarkoitetulla Katseluohjelmalla 70
7. Havaintoesimerkkejä Tutkimuspohjaisen Tiedeopetuksen Skenaarioiden Suunnittelemisesta **73**
Tutkimuspohjaisen Tiedeopetuksen Skenaario: Ääni Ja Valo – Mekaaniset Ja Sähkömagneettiset Aallot 75
Tutkimuspohjaisen Tiedeopetuksen Skenaario: Sähkömagneettinen Spektri 84
8. Liitteet **93**
Liite 1: Ohjeita Pathway Ask-Ldt:n Asentamiseksi Windows Vista- Ja Windows 7 -Käyttöjärjestelmiin 95
Liite 2: Pathway Ask-Ldt:n Tekniset Vaatimukset 98
Liite 3: Sanasto Oppimistoiminnan Kuvaamista Varten 98
9. Viitteet **105**

* Johdanto

Soveltamisala

PATHWAY-hanke kokoaa yhteen asiantuntijoita luonnontieteiden opetusta koskevan tutkimuksen alalta sekä opettajien yhteisöjen, pioneeritutkimusta tekevien tutkijoiden ja opetussuunnitelmien laatijoiden piiristä. Hankkeen tarkoituksena on edistää tutkimus- ja ongelmapohjaisen luonnontieteen opetuksen tekniikoiden laaja-alaista käyttöä peruskouluissa ja lukiossa Euroopassa sekä sen ulkopuolella.

PATHWAY-hankkeen tavoitteena on tältä osin tukea tutkimuspohjaisen luonnontieteiden opetuksen tai lyhyemmin tiedeopetuksen (IBSE, Inquiry Based Science Education) omaksumista parhaita opetuskäytäntöjä havainnollistamalla ja levittämällä. Hanketyöryhmä pyrkii tällä tavoin edistämään tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen ammattiyhteisöjen muodostumista, jotta opettajat pääsevät niiden puitteissa oppimaan toinen toisiltaan.

Tähän liittyen ja tukeakseen tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen ammattiyhteisöjä parhaiden opetuskäytäntöjen jakamisessa, hyödyntämisessä ja uudelleenkäytössä verkkopohjaisten tietovarantojen välityksellä PATHWAY-hanke tarjoaa a) joukon ohjeita tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen käytännön toteutusta varten (rinnakkain D3.1:ssa esitettyjen lukuisten parhaiden käytäntöjen ja niihin liittyvän luokkahuoneopetuksen tukimateriaalin kanssa) sekä b) erillistyökalun (PATHWAY ASK-LDT), jonka avulla yhteisön jäsenet voivat suunnitella ja esittää tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarioita parhaiden opetuskäytäntöjen pohjalta yhdenmukaisia ja asianomaisen opettajayhteisön piirissä yleisesti tunnettuja termejä käyttäen.

Asiakirjan rakenne

Asiakirjan rakenne on seuraava. Tätä lyhyttä johdantoa seuraavassa luvussa 2 kuvataan PATHWAY-hankkeen viitekehys. Luonnontieteen opetuksessa tutkimuksen keinoin ei PATHWAY-ajattelun mukaisesti ole kyse vain tieteellisen tiedon vaan myös tutkimustaitojen välittämisestä ja viime kädessä käsityksen muodostamisesta siitä, mistä tieteellisessä tutkimuksessa on pohjimmiltaan kysymys. Luvussa 3 tuodaan esiin opettajan näkökulma: Tutkimuksen käyttämiseen luokkahuoneopetuksessa liittyy kolme keskeistä osatekijää: (1) opettajilla on oltava täsmällinen käsitys siitä, mitä tieteellinen tutkimus on, (2) heillä on oltava riittävä kuva siitä, miten tieteellinen tieto rakentuu ja mitä se sisältää, ja (3) heidän tulee sisäistää tekniikat, joilla tutkimuksen tekemistä voi opettaa. Seuraavissa luvuissa keskitytään kolmanteen edellä mainituista. Luvussa 4 kuvataan opettajille (opettajaopiskelijoille tai ammatissa jo toimiville opettajille) tarjolla olevia koulutusvaihtoehtoja. Luvussa esitellään ja tarkastellaan esimerkkejä erilaisista koulutusmenetelmistä ja -kursseista sekä niiden käytännön vaikutuksesta peruskoulun ja lukion opettajien työhön. Luvussa 5 esitetään yhteenveto suosituksista opettajille, jotka tarvitsevat opasta tai etenemissuunnitelmaa tuodakseen tutkimuksen osaksi päivittäistä työtään. Tässä yhteydessä esitellään projektin puitteissa opettajien avuksi kehitetty työkalu, joka on ennen muuta tarkoitettu

opettajille, joilla ei ole lainkaan aiempaa kokemusta tutkimusoppituntien suunnutelemisesta. Luvussa 6 esitetään taulukoiden ja kaavioiden muodossa kolmen (3) tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen yleiseen skenaarion mukainen oppimistoiminta. Skenaariot on nimetty ”avoimeksi”, ”ohjatuksi” ja ”strukturoiduksi” tutkimukseksi hankeasiakirjan D2.2 ”Essentials of IBSE Pedagogy: Strategies for Developing Inquiry as part of Scientific Literacy” kyseisille termeille antamassa merkityksessä. Luvussa 7 esitetään yksityiskohtainen käyttäjän opas tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarioiden suunnittelemiseksi PATHWAY ASK-LDT välineistön avulla edellä luvussa 6 esiteltyjen tutkimustyyppien pohjalta. Luvussa 8 annetaan lopuksi havaintoesimerkkejä tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarioiden suunnittelemisesta PATHWAY ASK-LDT välineistön avulla.

1.

Uudet opetusmenetelmät Euroopan tulevaisuutta varten

*1. Uudet opetusmenetelmät Euroopan tulevaisuutta varten

Tieteen ymmärtäminen on tämän päivän yhteiskunnassa todella tärkeää. Yleinen käsitys tieteestä perustuu suurelta osin koulussa luonnontieteiden tunneilla saatuihin kokemuksiin. Tämän vuoksi on tärkeää, että luonnontieteellisten aineiden opettajilla on käsitys siitä, mitä tiede on, ja että he pystyvät esittämään tämän täsmällisesti omassa opetuksessaan. Tieteellä tarkoitetaan erään määritelmän mukaan tietojen kokonaisuutta, tutkimusprosessia ja tieteellisessä toiminnassa mukana olevia henkilöitä. Luonnontieteellisten aineiden opettajat keskittyvät yleensä siihen tietojen kokonaisuuteen, josta heidän oma oppialansa muodostuu. Oppilailla tulisi kuitenkin olla myös käsitys tieteellisestä tutkimuksesta, ja tämän käsityksen tulisi muodostua koulussa luonnontieteellisten aineiden oppitunneilla sekä koulun ulkopuolella saaduista omakohtaisista kokemuksista. Tieteellisessä toiminnassa mukana olevat henkilöt sisältyvät vain harvoihin tieteen määritelmiin. Tieteen historia on kuitenkin toistuvasti osoittautunut tiedemiesten ja -naisten historiaksi. Esitettäessä kokonaiskuvaa tieteestä on olennaista tunnistaa myös, millaiset yksilölliset ominaisuudet ovat tärkeät tutkijalle ja miten voidaan korjata ne inhimilliset vajavaisuudet, joilla voi olla vaikutusta tieteelliseen työhön. Viime vuosien saatossa on kehitetty ja laajalti testattu erilaisia tieteellisen tutkimuksen malleja. Kaikkien mallien tavoitteeksi on todettu pätevän ja luotettavan tiedon kerryttäminen. Luonnontieteellisten aineiden opettajien tulisi olla selvillä eri tutkimusmallien vahvuuksista ja heikkouksista, menetelmistä sekä loogisista ongelmista. Luonnontieteellisten aineiden oppitunneilla tulisi painottaa yhtäläisesti tiedettä tietojen kokonaisuutena, prosessina ja inhimillisenä toimintana.

Tutkimuksen pohjautuvalla tiedeopetuksella on luonnontieteellisten aineiden opetuksessa pitkä historia. Yhtä lailla pitkä historia on myös epätietoisuudella siitä, mitä tutkimuspohjainen tiedeopetus tarkoittaa, ja siitä, miten tällainen opetus – määritelmästä riippumatta – tulisi luokkahuoneessa järjestää. Tutkimuspohjaista luonnontieteellistä koulutusta käsittelevän raportin ”Science Education Now: A renewed Pedagogy for the Future of Europe” (Rocard 2007) julkaiseminen nosti tieteen tutkimuskäytäntönä jälleen kerran opetuksellisten tavoitteiden kärkipäähän (vastaavia toimenpiteitä oli aiemmin toteutettu Yhdysvalloissa vuonna 1996 (NRC 1996, EDC Center for Science Education 2007)[2]) . Viralliset tahot ovat monissa maissa korostaneet tutkimuspohjaisen oppimisen merkitystä luonnontieteellisten aineiden oppimistuloksia parantavana opetusmenetelmänä (Bybee et al. 2008[3], Savas et al. 2003[4], Hounsell & McCune 2002[5]; NRC 2000[6]). Tutkimus on erään määritelmän mukaan ”ongelmien diagnosoinnin, tehtyjen kokeiden arvioinnin sekä vaihtoehtojen erottamisen, tutkimusten suunnittelun, otaksumien tarkastelun, tietojen etsimisen, mallien laatimisen, vertaisväittelyn ja koherenttien argumenttien muodostamisen intentionaalinen prosessi” (Linn, Davis, & Bell 2004)[7]. Sitä ylistetään usein keinona tuoda tieteellinen menetelmä kouluopetukseen: ”Nykyisten tutkimuskäsitysten ja perinteisen ’tieteellisen menetelmän’ välinen ratkaiseva ero on siinä, että nyt tunnustetaan eksplisiittisesti, että tutkimus on syklistä ja ei-lineaarista (Sandoval & Bell 2004)[8]. Tutkimuspohjainen oppiminen on aiemmin luokiteltu luonnontieteen opettamiseksi tutkimuksena ja tutkimuksen keinoin (Tamir, 1985)[9]. Luonnontieteen oppimiseen tutkimuksena kuuluu sen oppiminen, kuinka tieteelliset pyrkimykset

etenevät, sekä muiden tekemän tutkimusprosessin analysoiminen mahdollisesti myös historiallisista näkökulmista (Bybee 2000[10]; Schwab 1962[11]). Oppimiseen tutkimuksen keinoin tai ”tieteellisen tutkimuksen tekemisessä tarvittavien taitojen oppimiseen” (Bybee, 2000)[10] puolestaan kuuluu, että oppilas asettaa tutkimusongelmia, muodostaa hypoteesin, suunnittelee kokeet hypoteesin testaamiseksi, muodostaa ja analysoi näyttöön perustuvia argumentteja, löytää vaihtoehtoisia selityksiä ja esittää tieteellisiä argumentteja (Tamir 1985)[9]. Luonnontieteen opetuksessa tutkimuksen keinoin ei raportin mukaan ole kyse vain tieteellisen tiedon vaan myös tutkimustaitojen välittämisestä ja viime kädessä käsityksen muodostamisesta siitä, mistä tieteellisessä tutkimuksessa on pohjimmiltaan kysymys.

2.

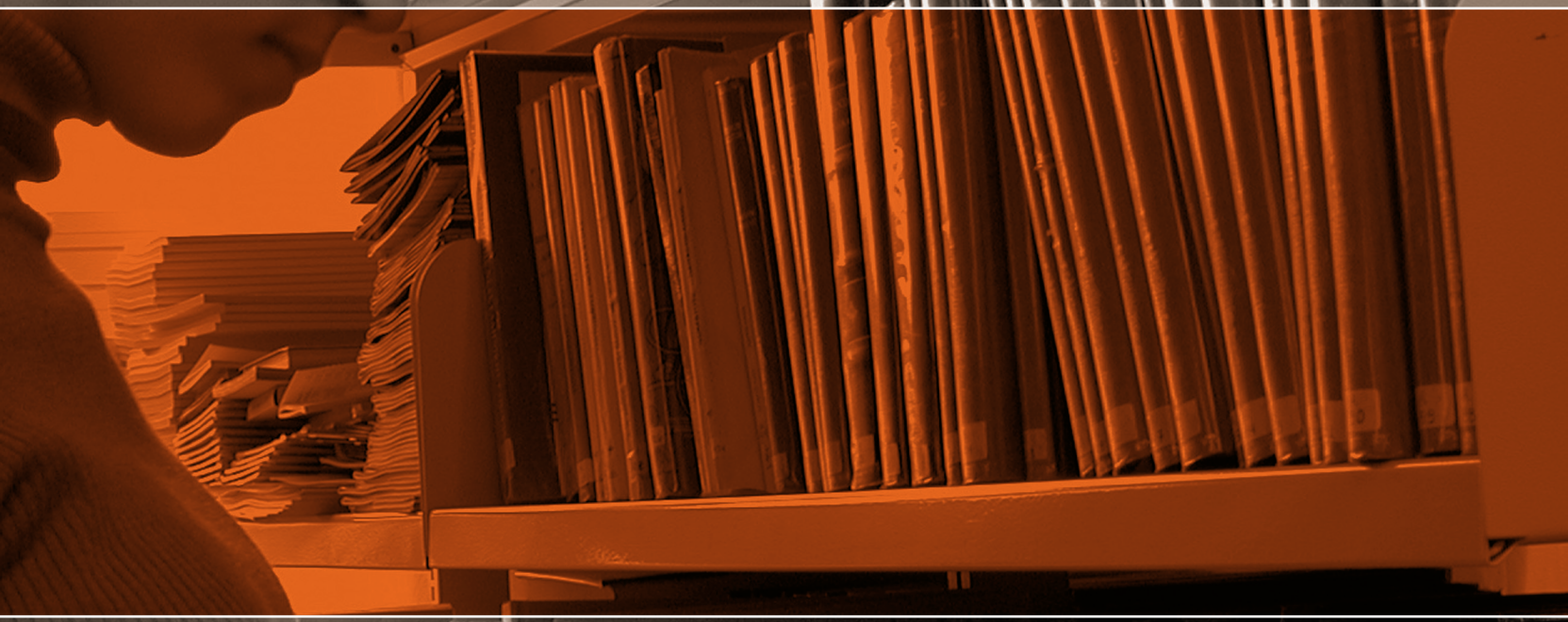
Esteet tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen omaksumiselle – opettajan näkökulma

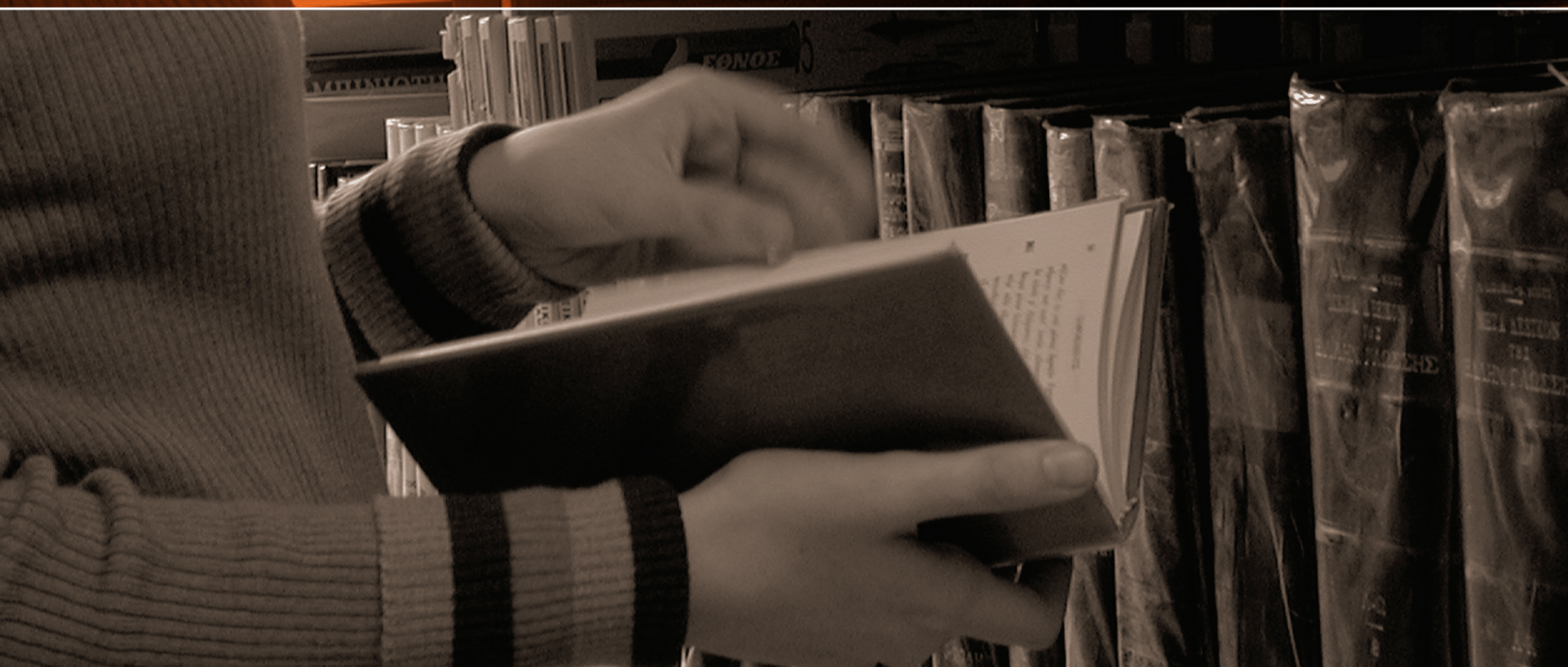
*2. Esteet tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen omaksumiselle – opettajan näkökulma

Opettajat ovat avaintoimijoita luonnontieteiden opetusta uudistettaessa. Tutkimus- ja ongelmapohjaisen luonnontieteen opetuksen tekniikoiden vakiintuminen laaja-alaiseen käyttöön peruskoulussa ja lukiossa on suurelta osin riippuvaista juuri heistä. Esteistä tutkimuspohjaisten opetusmenetelmien omaksumiselle luonnontieteellisten aineiden opetuksessa on tehty useita tutkimuksia (Krajcik, Mamlok & Hug 2001)[12]. Useissa tarkasteluissa on lisäksi havaittu, että termiä 'tutkimus' käytetään luonnontieteellisten aineiden opettajien piirissä monin eri tavoin ja sekavasti. Joillekin tutkimus on sisällöllinen kategoria, kun taas toiset puhuvat tutkimuksesta opetustekniikkana. Saatujen näyttöjen perusteella voidaan todeta, että "vaikka opettajat puhuivat tutkimuksen arvosta myönteiseen sävyyn, he katsoivat usein kuitenkin tehtäväkseen pikemminkin opettaa tosiasioita, 'kokeissa esiin tulevia asioita', 'perusasioita' sekä rakennetta ja työmoraalia" (Bybee et al. 2008)[3]. Tärkein näkökohta liittyy tutkimukseen opetustekniikkana. Opettajilla on useita syitä sille, miksi he eivät opeta luonnontieteellisiä aineita tutkimuksen keinoin, käytä tutkimusta sisällön esittämiseen tai hyödynnä tutkimuslähtöisiä kokemuksia. Ongelmiksi mainittiin järjestyksen pito luokassa, vaikeudet opetussuunnitelman vaatimusten täyttämisessä, tarvikkeiden ja laitteiden hankkimiseen liittyvät hankaluudet, oppilaille joistakin kokeista mahdollisesti aiheutuva vaara sekä epäilykset sen suhteen, toimiiko tutkimus todella opetuksessa. Tutkimuksen laaja kannatus on pikemminkin näennäistä kuin käytännössä todella toteutuvaa. Suurimpana esteenä sille, että opettajat kannattaisivat tutkimuksen käyttöä opetuksessa, näyttää olevan sen oletettu vaikeus. Siitä, mitä 'tutkimus luokkahuoneessa' tarkoittaa, on perusteltua epätietoisuutta. Jotkut ovat huolissaan kurin säilymisestä. Joitakin huolettaa, pystyvätkö he valmistelemaan lapset seuraavalle koulutustasolle. Ongelmia liittyy myös siihen, että opettajat pitäytyvät tosiasioiden opettamisessa ja noudattavat yliopisto-opettajiltaan omaksumiaan roolimalleja (Crawford 2000)[13].

Tutkimuksen käyttämiseen luokkahuoneopetuksessa liittyy kolme keskeistä osatekijää: (1) opettajilla on oltava täsmällinen käsitys siitä, mitä tieteellinen tutkimus on, (2) heillä on oltava riittävä kuva siitä, miten tieteellinen tieto rakentuu ja mitä se sisältää, ja (3) heidän tulee sisäistää tekniikat, joilla tutkimuksen tekemistä voi opettaa. Edellä tehdään tärkeä ero termin kahden eri merkityksen välillä: toisaalla on tutkimus sisältönä, joka ensin opettajien ja sitten oppilaiden tulee hallita, ja toisaalla tutkimus tekniikkana, jota opettajien on määrä käyttää auttaakseen oppilaitaan luonnontieteiden oppimisessa. Luonnontieteellisten aineiden opettajien tulisi kyetä erottamaan toisistaan kolme eri käsitettä: tutkimus kuvauksena tutkijoiden käyttämistä menetelmistä ja prosesseista, tutkimus joukkona kognitiivisia kykyjä, joita oppilaat voivat kehittää, ja tutkimus joukkona opettamisen strategioita, jotka voivat edistää tieteellistä tutkimusta koskevaa oppimista, valmiuksia tehdä tutkimusta sekä tieteellisten käsitteiden ja periaatteiden sisäistämistä.

Tässä asiakirjassa keskitytään kolmanteen edellä mainituista. Tarkoituksena on esitellä opettajille menetelmiä ja työvälineitä, jotka voisivat tukea tutkimuspohjaisten strategioiden käyttöönottoa käytännön koulutyössä.





3.

Opettajien valmisteleminen tutkimuspohjaiseen opetukseen

*3. Opettajien valmisteleminen tutkimuspohjaiseen opetukseen

Kuten edellä todettiin, opettajilla on keskeinen rooli tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen toteuttamisessa. Tutkimuspohjainen tiedeopetus asettaa kuitenkin opettajille erityisiä ja toisinaan ehkä monisyisiäkin haasteita (Gallagher 2007[14], Marx, Blemenfeld, Krajcik & Soloway 1997[15]). Opettajien pitää toimia oppilaidensa valmentajina, antaa heille oikea-aikaista tukea tutkimuksen tekemisessä ja ymmärtämisessä, hälventää epäselvyyksiä käytänteitä mallintamalla ja palautetta antamalla sekä auttaa oppilaita tutkimusten suunnittelussa ja suorittamisessa. On tärkeää, että opettajat pystyvät irtautumaan luokkahuoneessa perinteisistä rooleistaan ja omaksumaan sulavasti uusia rooleja. Onnistuvatko opettajat siirtymään perinteisistä opettajakeskeisistä käytänteistä oppilaskeskeisempiin, tutkimuspohjaisiin käytänteisiin? Miten opettajat edesauttavat keskeisten luonnontieteellisten ajatusten syvällistä ymmärtämistä? Miten opettajat onnistuvat luomaan oppimisympäristöjä, jotka tukevat tutkimuspohjaista oppimista?

PATHWAY-hankkeen tarjoama tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen täydennyskoulutusmalli on hyödyllinen väline tällaisten kysymysten jäsentämiseksi.

Koulutusta tutkimuspohjaisen luonnontieteen opetukseen

Niin tärkeää kuin onkin, että opettajat ymmärtävät, mitä tutkimus on, kehittävät omia tutkimustaitojaan ja sisäistävät tieteelliset käsitteet tutkimuksen kautta, opettajien pitää oppia myös opettamaan tällä tavalla. Tämä voidaan saavuttaa ammatillisen täydennyskoulutuksen kautta siten, että opettajat hyödyntävät omia tutkimuksiaan omassa opetustyössään tai että opettajille suunnitellaan täydennyskoulutusta, joka auttaa heitä opettamaan tutkimuksen keinoin.

Ennen valmistumista tai valmistumisen jälkeen pidettävät kurssit ja ammatissa jo toimivien opettajien työpajat ovat yhä edelleen yleisimmät tavat kehittää ja parantaa opettajien valmiuksia antaa tutkimuspohjaista tiedeopetusta. Käytössä on kuitenkin myös monia muita strategioita, joilla autetaan opettajaopiskelijoita ja ammatissa jo toimivia opettajia oppimaan lisää tutkimuspohjaisesta luonnontieteen opetuksesta.

Loucks-Horsley et al. (1998)[16] ovat yksilöineet 15 erilaista ammatillisen täydennyskoulutuksen strategiaa. Näitä ovat mm. tapauskeskustelut, oppilastöiden tarkasteleminen, toimintatutkimus, opintoryhmät, teknologiapohjainen oppiminen, opintosuunnitelman toteutus, valmennus ja mentorointi sekä tieteelliseen tutkimukseen osallistuminen (lähestymistapa, joka omaksuttiin Joannan työpajassa jäljempänä). Heidän saamansa tutkimustulokset viittaavat siihen, että strategiat, joilla opettajat tutkivat omia tai toistensa käytänteitä, ovat erityisen toimivia tapoja parantaa omaa käsitystä siitä, kuinka oppilaat oppivat kaikkein tehokkaimmin. Esimerkkejä tällaisesta täydennyskoulutuksesta ovat luokkahuoneopetuksesta tehtyjen videotallenteiden tarkastelu, opetuksellisten pulmatilanteiden käsittely kirjallisten tapausselostusten pohjalta sekä opetussuunnitelmaan kuuluvien materiaalien ja niihin liittyvien oppilastöiden (kotitehtävät, laboratorioraportit, arvioinnit jne.) tarkastelu.

Kirjalliset tapausselostukset ja videotallenteet opetustilanteista ovat erityisen hyödyllisiä sikäli,

että opettajat voivat niiden avulla tarkastella tutkimuspohjaisen opetuksen ja oppimisen monia eri osatekijöitä. Oppilaiden tapaa ajatella voidaan analysoida tutkimalla, kuinka oppilaat vastaavat opettajan tai itsensä esittämiin ongelmiin tai kysymyksiin. Opettajat voivat myös tarkastella opettajan videolla tai tapausselosteessa antamia vastauksia ja niiden vaikutusta oppilaisiin. He voivat lisäksi pohtia, millaiset opetukselliset ratkaisut auttoivat tai voisivat auttaa oppilaita oppimaan.

Perehtyminen oppilastöihin, esimerkiksi tutkimuksen kirjoittamiseen tai suoritusarvioinnin tuloksiin, voi olla opettajan kannalta arvokas prosessi.

Oppilaan tutkimustaidoista voidaan esittää ja ottaa keskustelun kohteeksi lukuisia kysymyksiä. Onko oppilas esittänyt kysymyksen, johon voidaan etsiä vastausta? Käykö tutkimuksen suunnittelusta ilmi, että oppilas ymmärtää, miten muuttujia hallitaan? Miten seikkaperäinen kyseisen oppilaan selitys on? Perustuuko se näyttöön? Onko oppilas soveltanut oppimaansa asianmukaisesti kyseiseen uuteen tapaukseen?

Opetussuunnitelmaan kuuluvien materiaalien tarkastelulle on monta vaihtoehtoa. Opettajat voivat oppitunteja läpi käymällä perehtyä kyseiseen tutkimukselliseen aihekokonaisuuteen sekä analysoida, mitä oppilaat siitä oppivat, missä heillä todennäköisesti tulee olemaan vaikeuksia ja miten opettajat voisivat heitä näissä kohdin auttaa. Opettajat voivat kokeilla tutkimuslähtöisen kokonaisuuden vaihtamista jonkin nykyisen opetussuunnitelman mukaisen kokonaisuuden tilalle. Opettajat voivat myös analysoida tietyn kokonaisuuden oppimistuloksia kaikkien opettaessa sitä samaan aikaan.

Vahvojen, tutkimuspohjaisten opetussuunnitelmaan kuuluvien materiaalien tarkastelu ja käyttäminen voi terävöittää opettajan käsitystä tutkimuksesta ja tutkimuspohjaisesta oppimisesta. Se voi luoda tilanteita, jotka haastavat opettajan nykyisen tietämyksen, innostavat aihetta koskeviin keskusteluihin kollegojen kanssa ja motivoivat opettajaa etsimään lisää tietoa kyseisestä luonnontieteen asiakokonaisuudesta ja opetuksellisista lähestymistavoista siihen.

Kosmosta tutkimassa kotitekoisella teleskoopilla

Joanna Apostolaki käyttää opetuksen tukena optiikkaa ja tähtitiedettä selittäessään valon olemusta kymmenvuotiaille oppilailleen.

Kuinka suunnittelen sellaisen luokkahuoneympäristön, joka kannustaa oppilaita tutkimaan? Kuinka voisin parhaiten edistää, tukea ja ohjata tutkimista? Olin opettanut ala-asteella jo useita vuosia ennen osallistumistani viikon mittaiseen COSMOS Inquiry -työpajaan. Odotin innolla mahdollisuutta oppia uusi tapa opettaa luonnontieteitä. Olin vakuuttunut siitä, että perinteiset lähestymistavat eivät riitä antamaan oppilailleni niitä valmiuksia, joita he tarvitsevat pärjätäkseen tulevilla luonnontieteellisten aineiden kursseilla ja teknistyneessä maailmassa yleensä.

Opettamisen opiskelun sijasta aloitimme työpajan luonnontieteen opiskelijoina. Kouluttajat järjestivät aluksi puitteet pitkäkestoista tutkimusta vasten. Kokeilimme erilaisia tapoja rakentaa galileoskoopiksi kutsuttu hyvin yksinkertainen teleskooppi. Olin aina kannattanut käytännön tekemistä omilla oppitunneillani, mutta minulla ei koskaan ole ollut tilaisuutta olla itse mukana pitkäkestoisessa tutkimuksessa. Oli

3 Opettajien valmisteleminen tutkimuspohjaiseen opetukseen

ainoastaan tehnyt yläasteella laboratorioharjoituksia, joissa lähinnä täytettiin työkirjan tyhjiä ruutuja. Tutkimuksen tekeminen olikin melkoinen yllätys! Luulin olevani perillä luonnontieteen käytännöistä, mutta havaitsin pian, että tutkimuksen ja käytännön tekemisen välillä on iso ero.

Kouluttajien meille tarjoamien lähtökohtien pohjalta päädyimme joukkoon kysymyksiä, jotka toimisivat tutkimuksemme suuntaviivoina. Kouluttajat kertoivat meille, että tiedemiesten tavoin saimme varautua siihen, että matkaan voi tulla mutkia. Tutkimiseen käytetyn ajan vastineeksi meille muodostuisi kuitenkin uudenlainen käsitys valosta, optiikasta, tähtitieteestä ja tutkimusprosessista yleensä.

Yhdessä kahden muun kotimaastani tulleen opettajan kanssa valitsimme oman tutkimuskysymyksemme. Tähtitieteen värikuvat olivat kiehtoneet meitä kaikkia. Päätehtäväksi tulikin selittää, miten värilliset kuvat tähtitaivaan kohteista oikein syntyvät. Arvelimme, että jos onnistuisimme selittämään asian itsellemme, osaisimme varmasti selittää sen myös muille ja todella ymmärtäisimme, mistä ilmiössä on kysymys.

Loimme aluksi uudelleen kaikki valospektrin värit ja selvitimme, millaisen varjon kukin niistä synnytti. Kuten osasimme odottaakin, tutkimus eteni monen mutkan kautta, mutta aina löytyi uusi pala palapeliin, jota yritimme koota. Kouluttajien avustuksella tutkimme esimerkiksi Salsaj-ohjelmalla, miten värien lisääminen (panemalla valonlähteen eteen värisuotimia) muutti valoa, jonka silmämme havaitsivat. Luimme myös näkyvän valon taajuuksista sekä siitä, miten silmä ne havaitsee.

Jos meillä olisi ollut enemmän aikaa, olisimme voineet edetä moneen muuhunkin suuntaan. Opimme kuitenkin jo nyt paljon uutta luonnontieteestä sekä tavoista, joilla asettamiimme kysymyksiin voi hakea vastausta.

Työskentelymme aikana juttelimme muiden tutkijoiden kanssa, jolloin meille alkoi valjeta, miten tärkeää yhteistyö on. Kun tuli aika esitellä saamamme tulokset, hämmästyimme havaitessamme, kuinka paljon ryhmämme oli saanut muutamassa päivässä aikaan ja kuinka hyvin tutkimuksemme nivoutui yhteen toisten tekemiin tutkimuksiin valosta ja väristä (eli koko kurssin taustalla oleviin ns. ’suuriin kysymyksiin’).

Ala-asteen opettajina suurin osa meistä ei ollut aiemmin tutkinut itsenäisesti mitään luonnontieteen kysymystä. Olimme ylpeitä osatessamme muodostaa tutkimusongelman ja päätyä sen osalta jonkinasteiseen lopputulokseen. Ensi käden kosketus tutkimustyöhön valotti eräitä ratkaisevia seikkoja, kuten kyseenalaistamisen tärkeyttä jokaisessa vaiheessa. Tutkimusongelman asettaminen oli kaiken lähtökohta, mutta yhtä lailla tärkeitä olivat myös muut kysymykset, kuten se, pystytkö selittämään sen, minkä havaitset? Millaista näyttöä sinulla on sen tueksi, että selityksesi on pätevä? Voitko ajatella myös vaihtoehtoista selitystä, ja miksi valitsemasi

selitys on uskottavampi kuin se? Meille annettiin mallit, aineistot ja hienovaraista ohjausta tutkimuksen tekemiseen. Opimme tärkeitä asioita luonnontieteistä tekemällä kokeita, olemalla yhteydessä tutkijoihin ja käyttämällä mitä moninaisimpia tiedonlähteitä, kuten tähtitieteellisten observatorioiden tietokantoja. Saimme käsityksen värin lisäämisen (valo) ja vähentämisen (pigmentti) monimutkaisista keskinäissuhteista ja siitä, mikä synnyttää näkemämme värit. Saimme ensi käden kosketuksen siihen, miltä tuntuu olla itseensä luottava oppija.

Olen sittemmin rakentanut kymmenvuotiaiden oppilaitteni kanssa noin 200 galileoskooppia...

Joannan kertomus saa pian jatkoa, sillä hän aikoo kollegoineen toteuttaa samat hankkeet ensi vuonna uusien oppilaiden kanssa. Kun aineiston käyttö sujuu yhä luontevammin, he voivat paneutua oppilaiden tapaan ajatella ja oppia sekä sopeuttaa kysymystenasettelunsa, tunnustelunsa ja tarkastelunsa tukemaan entistä paremmin oppilaiden oppimista. Jatkuva yhteistyö toisten opettajien sekä luonnontieteen ja oppimisen asiantuntijoiden kanssa auttaa Joannan kaltaisia opettajia omaksumaan uusia tieteellisiä käsitteitä ja tutkimustaitoja sekä saamaan entistä paremman käsityksen tavoista, joilla tieteellinen tieto kehittyy.

Joannan pohdinnoissa nousee myös esille joukko tutkimuspohjaiseen opetukseen liittyvän ammatillisen täydennyskoulutuksen keskeisiä piirteitä. Yksi näistä on se, että opettajien pitää itse tutkia saadakseen käsityksen siitä, mitä tutkiminen tarkoittaa, mikä arvo sillä on ja miten sitä voi käyttää oppilaiden oppimisen tukena. Toinen tärkeä piirre on opettajaoppijoiden yhteisö, joka muistuttaa tiedeyhteisöä. PATHWAY-ajattelun mukaan tällaiset yhteisöt vauhdittavat ja tukevat tiedon kasvua tutkijoiden, opiskelijoiden ja tässä tapauksessa opettajien piirissä. Joannan mietteistä käy myös ilmi, että opetuskäytänteiden muuttamiseen kuluu huomattavan paljon aikaa.

Opetuksen parantamiseen tutkimuksen keinoin keskittyvän täydennyskoulutuksen avulla voidaan samanaikaisesti saavuttaa useita eri tavoitteita:

- Se tarjoaa opettajille oppimiskokemuksia, jotka poikkeavat tavanomaisista yliopistokursseista tai opettajien työpajoista: henkilökohtaista valmennusta, opintoryhmätyyppistä yhteistyötä sekä toimintatutkimuksen tapaista 'työn ohessa oppimista'.
- Siinä keskitytään keskeisiin opettajan ammattikäytäntöä koskeviin näkökohtiin, kuten opintosuunnitelman rakenteeseen ja esitystapaan, oppilastöihin ja opetuksellisiin pulmatilanteisiin.
- Se auttaa opettajia pohtimaan, millä tavoin keskeisiä luonnontieteen käsitteitä voitaisiin valottaa oppilaille tutkimisen kautta, millaista apua oppilaat tarvitsevat tutkimustaitojensa kehittämisessä ja millaiset oppimiskokemukset voisivat tuoda tieteen maailman lähemmäs oppilaiden kokemusmaailmaa.

3 Opettajien valmisteleminen tutkimuspohjaiseen opetukseen

Elinikäiseksi tutkijaksi

Tässä luvussa käytetään termiä 'ammatillinen täydennyskoulutus' viittaamaan erilaisiin oppimismahdollisuuksiin koko opettajauran aikana. Se käsittää siten niin tulevien, uransa alussa olevien kuin kokeneidenkin opettajien oppimiskokemukset ennen valmistumista, työhön perehdytettäessä ja työssä ollessa järjestettyjen koulutusten yhteydessä. Tässä luvussa painotetaan myös, kuinka tärkeää on, että ammatillinen täydennyskoulutus nähdään eräänlaisena jatkumona. Opettajilla voi kaikissa uransa vaiheissa olla valtavasti tietoa joistakin asioista, mutta ei lainkaan tietoa joistakin toisista asioista. Se, missä vaiheessa opettaja työurallaan on, ei pitäisi määrätä sitä, mitä opettaja vielä voi oppia ja kuinka syvällisesti.

PATHWAY-ajattelussa painotetaan elinikäisen oppimisen tärkeyttä. Ammatillisen täydennyskoulutuksen tulisi täyttää opettajaopiskelijoiden ja ammatissa jo toimivien opettajien jatkuva tarve kasvaa opettajana, laajentaa tietämystään ja taitojaan sekä olla entistä suuremmaksi hyödyksi oppilailleen. Tutkimiseen kohdistuva peruskiinnostus on keskeinen täydennyskoulutuksen elementti, sillä ihminen ei yleensäkään voi ilman tutkivaa asennetta parantaa omaansa saati muiden elämää.

Ammatillinen täydennyskoulutus ei tehokkaimmillaan vain ruoki tarvetta oppia jatkuvasti uutta. Se vahvistaa myös valmiuksia hakea tietoa, avaa uusia mahdollisuuksia parantaa opetusta ja oppimista sekä tuo opettajien käyttöön välineet jatkuvaan parantamiseen. Näihin välineisiin kuuluvat strategiat oppimiskokemusten analysoimiseen, havainnointiin ja hyödyllisen palautteen antamiseen, havaintojen ja muista lähteistä saatujen tärkeiden tietojen kirjaamiseen ja dokumentointiin sekä hyödyllisten ohjeiden ja materiaalien etsimiseen tietokannoista.

PATHWAYn parhaissa käytännöissä (hankeasiakirja D3.1) on esitelty käytännössä useita tällaisia työkaluja. Monissa näistä parhaista käytännöistä havainnollistetaan myös jatkuvaa oppimista tutkimuksen keinoin. Opettajia pyydetään näiden toimenpiteiden puitteissa määrittelemään omaan opettamiseensa liittyvä tutkimusongelma, suunnittelemaan tutkimusaineiston kokoaminen ja sopivan analyysimallin käyttö sekä raportoimaan saadut tulokset kollegoilleen. Tällaiset toimintatutkimukset ovat tärkeitä tiedonlähteitä opettajille.

Toimintatutkimukset järjestävät muutoin sattumanvaraisiksi vaikutelmiksi, jäsentymättömiksi havainnoiksi ja tiedostamattomiksi käyttäytymistavoiksi jäävät asiat viitekehykseen, joka voi toimia opetuskäytänteitä ohjaavana välineenä. Ne antavat opettajille työkalun, jota he voivat käyttää keinona asettaa omaa opettamistaan koskevia kysymyksiä läpi koko ammattiuransa.

Joannan tapauksessa opettaja, jolla ei ollut aiempaa kokemusta tutkimuksen tekemisestä, yllättyi havaitessaan sen mahdollisuudet jatkuvaan oppimiseen. Täydennyskoulutuksen myötä hän sai tarvittavaa itseluottamusta jatkaakseen tieteellisten käsitteiden tutkimista. Syventymällä perinpohjaisesti siihen, kuinka oppilaat oppivat ja millaisia valmiuksia he tarvitsivat oppiakseen lisää, Joanna onnistui toistuvasti parantamaan opetustaan ja oppilailleen tarjoamaansa oppimisympäristöä.

3 Opettajien valmisteleminen tutkimuspohjaiseen opetukseen

Tutkimuspohjaiseen opetukseen keskittyvä täydennyskoulutus

Ammatillinen täydennyskoulutus jää usein hajanaiseksi ja sirpaleiseksi. Ennen valmistumista järjestetään usein vain joukko irrallisia kursseja. Luonnontieteen ja kasvatustieteen kursseja erottaa ammottava kuilu, eivätkä näitä molempia käsittelevät kurssit nivoudu toisiinsa yhtään sen paremmin. Vastavalmistuneet opettajat joutuvat yleensä vähiten haluttuihin opetustehtäviin, joihin kuuluu suuri määrä opetustunteja, paljon valmistelua, vaativia oppilaita ja vähän tai ei lainkaan tukea helpottamaan haastavaa muutosta opiskelijasta kokopäiväiseksi ammattilaiseksi.

Ammatissa jo toimivien opettajien täydennyskoulutus on vastaavalla tavalla pääsääntöisesti sirpalemaista ja käsittää lähinnä lyhyitä työpajoja, jotka eivät millään lailla liity toisiinsa saati opettajien omaan opetustyöhön.

Tutkimuspohjaista opetusta tukemaan tarkoitetulla ammatillisella täydennyskoulutuksella voi olla kaikki edellä mainitut puutteet, eikä se monissa tapauksissa juurikaan auta opettajia tutkimustaitojen ja -tietojen oppimisessa.

Tarvitaan koulutusohjelmia, joissa nimenomaan keskitytään tutkimiseen – sekä koulutettavien opettajien oppimistavoitteena että keinona oppia hallitsemaan uusia luonnontieteen asiakokonaisuuksia. Koulutusohjelmien pitää lisäksi auttaa opettajia opettamaan tutkimuksen keinoin.

PATHWAYn parhaissa käytännöissä selostetaan hyvin monenlaisia täydennyskoulutusohjelmia. Tarkastelun piiriin kuluvat niin Bayreuthin yliopiston opettajaopiskelijoille järjestämät kurssit kuin esimerkiksi SMEC:n luonnontieteellisessä museossa järjestämät kurssit, joilla syvennytään käytännön tutkimuksen tekemiseen, ja viikon mittainen COSMOS-intensiivikurssi, joilla perehdytään tutkimuspohjaisen toiminnan suunnittelemiseen. Toimivan täydennyskoulutuksen tunnuspiirteet löytyvät kuitenkin kaikista edellä mainituista.

Ensinnäkin niissä tarjotaan opettajille tilaisuus oppia uutta jäsenneltyinä kokonaisuuksina ja pitkällä aikavälillä. Maisteriohjelmat ja pitkän aikavälin opetussuunnitelmat auttavat opettajia saamaan uutta tietoa ja soveltamaan sitä omaan opetukseen kollegojensa, koulujensa ja alueidensa tuella. Toiseksi, monet näistä täydennyskoulutusohjelmista ovat tulosta monien ihmisten ja organisaatioiden yhteistyöstä.

Koulujen, yliopistojen ja tutkimuslaitosten välisten kumppanuusohjelmien kautta tiedemiehet pystyivät tarjoamaan opettajille tilaisuuksia tehdä tieteellistä tutkimusta. Tällä on niin keskeinen merkitys opettajien oman opetuksen kannalta, että se ansaitsee tulla sisällytetyksi niin opettajaopiskelijoille kuin ammatissa jo toimiville opettajille tarjottaviin koulutusohjelmiin. Kaikissa tässä kuvatuissa ohjelmissa peräänkuulutetaan lisäksi PATHWAY-ajattelun mukaisesti sellaista opettajien osaamista, jota tarvitaan oppilaiden luonnonteiden perustaitojen kehittämiseen. Tutkiminen nähtiin kaikissa ohjelmissa joukkona taitoja ja valmiuksia, jotka opettajilla itsellään tulee olla ja jotka heidän oppilaidensa pitää oppia, sekä keinona, jolla kyseessä oleva asiakokonaisuus voidaan omaksua – ja vieläpä tavallista paremmin.

Koulun omat tiedemiehet

Becky Parker sai oppilaansa innostumaan hiukkasfysiikasta CERNissä.

Vaikka jokainen tuntee uteliaisuutta ympäröivää maailmaa kohtaan, varsinainen tutkimus jää yleensä vain kokopäiväisten tiedemiesten ja yliopisto-opiskelijoiden asiaksi. Laboratoriotilat ja -laitteet ovat kalliita, ja kokeiden tekemiseen tarvitaan paljon aikaa ja kärsivällisyyttä. Mutta aina silloin tällöin joku onnekas koululainen saa ainutlaatuisen tilaisuuden astua tiedemiehen saappaisiin – tai pukeutua tutkijan laboratoriotakkiin. Tällaiset tilaisuuksia tarjoutuu nykyisin entistä useammin, mistä saamme kiittää Becky Parkerin kaltaisia opettajia. Fysiikkaa englannissa opettava Becky teki vuonna 2007 yhdessä 50 oppilaansa kanssa yli 10 tunnin bussimatkan maailman suurimpaan hiukkafysiikan laboratorioon CERNiin, joka sijaitsee Genevessä Sveitsissä. Matka osoittautui hänen uransa käännekohdaksi.

”CERNin-vierailultamme palattuamme kuulimme Britannian kansallisen avaruuskeskuksen (nyk. UK Space Agency) ja Surrey Satellite Technology Limitedin järjestämästä Space Experiment -kilpailusta”, Becky kertoo. ”Oppilaani ajattelivat, että voisi olla hyvä ajatus käyttää CERNissä näkemiämme hiukkasilmaisia kosmisen säteilyn mittaamiseen.” TimePix-siruina tunnetut hiukkailmaisimet on kehitetty kansainvälisessä monen eri instituution MediPix-yhteistyöhankkeessa. Jokainen MediPix- ja TimePix-siru koostuu pikselihilasta. MediPix-siru laskee jokaisen valohiukkasen (fotonin), ja sen tärkeänä etuna perinteisiin tekniikoihin nähden on se, että minkäänlaista signaalia ei mitata, jos yhtään fotonia ei havaita. Tämä tarkoittaa, että minkäänlaista melua ei ole altistumisajan pituudesta riippumatta. TimePix eroaa MediPix-sirusta siinä, että se ei pelkästään havaitse tulevia hiukkasia, vaan käyttää aikavertailuun ulkoista kelloa, jonka taajuus on jopa 100 MHz. ”MediPix-yhteistyöhankeen edustajana toimiva Michael Campbell oli jo miettinyt, että TimePix-siruja voisi hyvin hyödyntää kouluopetuksessa”, Becky kertoo. ”Oppilaani suunnittelivat kilpailua varten kosmisen säteilyn voimakkuutta mittaavan hiukkasilmaisimen, joka sai nimekseen Langton Ultimate Cosmic ray Intensity Detector (LUCID). Laite on kuutio, jonka sivuilla on neljä ja pohjalla yksi TimePix-siru keräämässä tietoja kosmisesta säteilystä.”

Kosmiset säteet ovat atomia pienempiä hiukkasia, jotka syntyvät erilaisten ulkoavaruuden tapahtumien vaikutuksesta. Niitä syntyy Auringossa, muissa tähdissä sekä muissa, tunnistamattomissa lähteissä näkyvän maailmankaikkeuden reunamilla. Kosmiset säteet matkaavat esteettä valtavia matkoja tyhjän avaruuden poikki. Maahan osuvia hiukkasia havainnoimalla tiedemiehet voivat kerätä monenlaista tietoa maailmankaikkeudesta. Beckyn oppilaat toivoivat voivansa antaa oman panoksensa kosmisten säteiden

havainnointiin. ”Ilmoitimme LUCIDin kilpailuun, jossa se ylsi kakkossijalle! Palkinnoksi saimme tilaisuuden lähettää LUCID taivaalle TechDemoSat-satelliitin mukana, kun satelliitti suunnitelmien mukaan laukaistaan vuoden 2012 aikana”, Becky kertoo. ”LUCID-tiimissä oli aluksi kolme poikaa ja kolme tyttöä, mutta nyt mukana on jatkuvasti 30–40 oppilasta. Oppilaat suunnittelevat parhaillaan protokollia komentojen välittämiseksi avaruuteen lähetettyyn laitteeseen. Tekeillä on siis eräänlainen johtokeskus. LUCID-hankkeen tulokset antavat arvokasta tietoa kosmisen säteilyn ympäristöstä.” Becky halusi antaa myös muille tilaisuuden päästä osalliseksi LUCID-hankkeen jännityksestä ja perusti tätä varten CERN@school-ohjelman, jossa LUCIDin riisutut versiot annetaan myös muiden koulujen käyttöön. Oppilaat keräävät kosmisesta säteilystä tietoja, jotka kootaan yhteen ja tuodaan kaikkien koulujen saataville CERN@school-verkkosivuston kautta. Ohjelmassa on tällä hetkellä mukana kymmenen brittikoulua, mutta mukaan tulee lähiaikoina kouluja myös muualta Euroopasta sekä Yhdysvalloista.

”CERN@school-ohjelman kautta oppilaat pääsevät osallistumaan todelliseen tieteelliseen tutkimukseen”, Becky kertoo. ”He tekevät yhteistyötä eri maiden oppilaiden kanssa, ja heitä kannustetaan harkitsemaan uramahdollisuutta fysiikan ja tekniikan aloilla. Opettajat pääsevät toimimaan hankkeessa ammattitiedemiehen roolissa, ja tutkijat puolestaan saavat tilaisuuden työskennellä kouluympäristössä.” Becky ei ole ensi kertaa tieteellisen tutkimuksen lumoissa. Matemaattis-luonnontieteelliset aineet olivat Beckyn suosikkeja jo koulussa. Hän suoritti sittemmin alemman korkeakoulututkinnon fysiikassa Sussexin yliopistossa Englannissa ja maisterin tutkinnon Chicagon yliopistossa Yhdysvalloissa, jossa hän keskittyi tieteen käsitteelliseen perustaan. Hän palasi Sussexin yliopistoon suorittamaan opettajatutkintoa fysiikan alalta, koska hän omien sanojensa mukaan ”rakasti fysiikkaa ja halusi muidenkin innostuvan siitä”. Becky Parker on nyt toiminut opettajana 18 vuoden ajan ja opettanut pitkään pojille tarkoitetussa Simon Langton Grammar School for Boys -koulussa, joka nimestään huolimatta hyväksyy oppilaiksi myös tytöt kahtena viimeisenä vuonna ennen yliopistoa. Hän vieraili CERNissä ensi kertaa vuonna 1993 ja aloitti vuosittaiset kouluretket tutkimuslaitokseen vuonna 1995. Kaikki huipentui vuoden 2007 vierailuun, jonka tuloksena LUCID sai alkunsa.

LUCID-hankkeen ja CERN@school-ohjelman menestyksen innoittamana Becky on vastikään perustanut Langton Star Centre -nimisen keskuksen, joka rohkaisee oppilaita tekemän tutkimusta muillakin aloilla kuin hiukkasfysiikassa. Keskus tarjoaa eri koulujen oppilaille mahdollisuuden työskennellä yhdessä plasmafysiikan, tähtitieteen ja molekyylibiologian asiantuntijoiden kanssa. Yksi keskuksen plasmafysiikan opiskelijoista on jopa julkaissut työnsä vertaisarvioidussa tieteellisessä aikakauskirjassa (Hatfield 2010). Simon Langton Grammar Schoolista on LUCID-hankkeen käynnistämisen jälkeen itse asiassa tullut 0,05–1 % kaikista fysiikan opiskelijoista Isossa-Britanniassa. Koulun oppilaista tulee nykyisin myös yhä useammin insinöörejä, ja suuri osa opiskelemaan tulleista tytöistä jatkaa opintojaan fysiikan ja tekniikan alalla.

Mitä Becky Parker mahtaa tehdä seuraavaksi? ”Toivomme voivamme laajentaa CERN@school-hanketta”, hän sanoo. ”Kun ilmaisimia on nyt kouluissa eri puolilla Eurooppaa, meillä on mahdollisuus tehdä todella jännittävää tutkimusta uuden fysiikan alalla. Etsimme parhaillaan keinoa tallentaa entistä enemmän dataa LUCID- ja CERN@school-hankkeista liittämällä koulut toisiinsa GridPP-verkon välityksellä.

GridPP on brittiläisten ja CERNissä työskentelevien hiukkasfyysikoiden ja tietojenkäsittelytieteilijöiden yhteistyöhanke, jossa ympäri Isoa-Britanniaa ulottuva hajautettu tietokoneverkko liittyy osaksi laajempaa CERNin tietokoneverkkoa. Verkko mahdollistaa ylivertaisen laskentatehon, joka vie hankkeen aivan uudelle tasolle ja avaa sille kokonaan uusia mahdollisuuksia."

Becky vieraili CERNissä oppilaidensa kanssa useina vuosina. CERNin tiedemiehet kokivat kouluopetuksen tärkeäksi ja järjestivät opettajille (ja toisissa ohjelmissa myös oppilaille) mahdollisuuden osallistua oikeaan tutkimustyöhön. Tällainen ammatillinen täydennyskoulutus antoi Beckylle mahdollisuuden tehdä itse tutkimusta, toisin kuin yksikään aiemmista ennen ammattiin valmistumista ja työssä ollessa järjestetyistä koulutusohjelmista. Hän pääsi tässä yhteydessä tutustumaan ainutlaatuiseen tutkimusympäristöön, joka oli hänelle täysin ennalta tuntematon. Tässä ympäristössä hän oppi myös uusia tapoja etsiä ja tuottaa tutkimustietoa. Kaiken kaikkiaan voidaan sanoa, että Becky sai uusia välineitä sen pohtimiseen, miten tutkimusprosessi ja tutkimustaidot voisivat punoutua osaksi opetettavaa luonnontieteen asiakokonaisuutta ja kuinka hän voisi käyttää edistynyttä tutkimusympäristöä oppilaidensa pääasiallisena oppimispaikkana.

Beckyn kertomuksesta ilmenee myös joukko huolenaiheita, jotka ovat yleisiä tutkimukseen vasta tutustumassa olevien opettajien keskuudessa. Becky oli aluksi sitä mieltä, että hänen opetuksensa oli jo sellaisenaan onnistunutta ja että keskeinen osa hänen rooliaan luonnontieteellisten aineiden opettajana oli oppilaiden tutustuttaminen lukemattomiin tieteellisiin faktoihin ja käsitteisiin. Hän epäili kuitenkin, että oppilaat eivät todellisuudessa oppineet (saati omaksuneet) sitä, mitä hän halusi heidän oppivan. Hän tiedosti myös, ettei hän onnistunut auttamaan oppilaitaan tarpeeksi tutkimustaitojen omaksumisessa saati sen ymmärtämisessä, kuinka tiedemiehet käyttävät noita taitoja uuden tiedon tuottamiseen.

Becky havaitsi, että tutkimuspohjaiseen opetukseen siirtyminen merkitsi uudenlaisen opettajaroolin omaksumista. Hän loi oppilailleen lisää mahdollisuuksia tutkia tieteellisiä ideoita itsenäisesti, erilaisten aineistojen tuella ja keskenään. Hän selvitti oppilaitaan kuuntelemalla, mitä mieltä oppilaat olivat, mitä he olivat oppineet ja minkä kenties käsittäneet väärin. Hän oppi myös rakentamaan aiemmin faktojen ja kaavojen opetteluun painottuneet oppituntinsa luonnontieteen "suurten kysymysten" ympärille.

Beckyn mietteet havainnollistavat monia niistä muutoksista, jotka voivat suunnata opetusta tutkimuksen suuntaan. Hän käyttää tutkimusta opetuksessaan eri tavoin opettamalla tutkimustaitoja ja tutkimuksen perusluonteen ymmärtämistä sekä perehdyttämällä oppilaansa luonnontieteen tiettyyn aihekokonaisuuteen tutkimuksen keinoin. Hän kiinnittää myös aiempaa enemmän huomiota oppilaiden kysymyksiin ja luo oppilaille tilaisuuksia koota tieteellistä todistusaineistoa ja käyttää sitä selitysten pohjana. Lisäksi on huomattava, että tämä tapahtuu ennen materiaalin antamista oppilaille, ei vasta sen jälkeen.

PATHWAY-näkökulma tutkimukseen tarkoittaa juuri tätä. Kaikki koulutusohjelmat auttoivat opettajia oppimaan uutta luonnontieteestä sekä parantamaan omia tutkimustaitoja osallistumalla käytännön tutkimustyöhön. Tutkimuspohjaiseen opetukseen ja oppimiseen keskittyvällä täydennyskoulutuksella on ratkaiseva merkitys luonnontieteiden opetuksen tulevaisuuden kannalta.

4.

Opettajan ammattikäytäntöön liittyviä ohjeita

*4. Opettajan ammattikäytäntöön liittyviä ohjeita

Tässä luvussa esitetään (taulukkomuotoinen) yhteenveto tärkeimmistä tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen käytännön toteutusta koskevista ohjeista. PATHWAY-hanke tarjoaa lisäksi pitkän luettelon parhaita käytäntöjä (hankeasiakirja D3.1), jotka voivat olla avuksi tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarioiden käytännön toteutuksessa oppitunneilla. Luvussa 6 esitellään PATHWAY-hankkeen tarjoamat mallit tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen käytännön toteutusta varten. Luvussa 7 puolestaan annetaan joukko ohjeita siihen, kuinka opettaja voi laatia oman skenaarion (oppituntisuunnitelman, oppimiskäynnin, opintomatkan) PATHWAY ASK-LDT -työkalun avulla.

Tutkimuspohjainen tiedeopetus tarkoittaa, että...	
otetaan huomioon, että	• oppilaiden oppimiseen vaikuttaa suuresti se, miten heitä opetetaan • opettajien toimintaan vaikuttaa suuresti se, millainen käsitys heillä on tieteellisestä toiminnasta ja tieteestä opetettavana ja opittavana asiana • oppilaiden tietämys muodostuu aktiivisesti yksilöllisten ja sosiaalisten prosessien kautta • opettajien toimintaan vaikuttaa perustavalla tavalla heidän käsityksensä oppilaistaan ja suhteensa heihin
kannustetaan, kehitetään ja edistetään muodollisten ja epämuodollisten oppimisympäristöjen välistä yhteistyötä	• järjestämällä opetustoimintaa museoissa sekä tiede- ja tutkimuskeskuksissa • näyttämällä ”kuinka tiede toimii” ja ”kuinka tiedemiehet toimivat” siten, että näitä ympäristöjä käytetään ns. elävinä laboratorioina, joissa tutkimusta edistetään ja tehdään käytännössä • etsimällä tilaisuuksia havainnollistaa, ”mitä tiede on”, ja tutustuttaa oppilaat tieteelliseen kulttuuriin • tekemällä yhteistyötä museoiden koulutus- ja tiedotushenkilöstön kanssa • pyrkimällä luomaan yhteyksiä näyttelyiden ja koulun opetusohjelman välille
Tutkimuspohjainen tiedeoppiminen tarkoittaa, että...	
omaksutaan tutkimuspohjainen luonnontieteen opetus- ja oppimistapa, joka perustuu	• havainnointiin: seurataan tarkasti, tehdään muistiinpanoja, vertaillaan ja tehdään vastakkainasetteluja • kyseenalaistamiseen: esitetään havaintoja koskevia kysymyksiä sekä kysymyksiä, jotka voivat toimia uusien tutkimusten lähtökohtana • hypoteesien muodostamiseen: esitetään selityksiä, jotka vastaavat tehtyjä havaintoja • tutkimiseen: suunnitellaan, toteutetaan, mitataan, kerätään aineistoja, hallitaan muuttujia • tulkintaan: tehdään synteesejä ja päätelmiä, havaitaan laajempia yhteyksiä • keskusteluun: kerrotaan tuloksista toisille eri tavoin: suullisesti, kirjallisesti, esityksiä pitämällä • arviointiin: muodostetaan kriittisiä kantoja, jotka pohjautuvat havaintoihin ja aiempaan tietoon
kun oppilaat osallistuvat tutkimuspohjaiseen luonnontieteen opetukseen	*oppilaat mieltävät itsensä oppimisprosessin aktiivisiksi osanottajiksi* • he odottavat pääsevänsä tekemään tutkimusta • he haluavat oppia lisää • he pyrkivät tekemään yhteistyötä toisten oppilaiden kanssa • heillä on tarvittavaa tutkijan itseluottamusta uusien ideoiden kehittelyyn ja riskien ottamiseen sekä myös tervettä skeptisyyttä *opiskelijat kunnioittavat toisten erilaisia mielipiteitä* • opiskelijat ottavat vastaan ”kutsun oppia” ja tulevat mielellään mukaan tutkimisprosessiin • he ovat uteliaita ja pohtivat tehtyjä havaintoja • he hyödyntävät tilaisuuden testata ja puolustaa kehittelemiään ideoita *oppilaat suunnittelevat ja tekevät tutkimuksia* • he suunnittelevat itsenäisesti kokeen, jolla voi testata ja koetella omia ideoita • he suunnittelevat tapoja ideoiden koettelemiseen, laajentamiseen tai hylkäämiseen • he tekevät tutkimuksia käsittelemällä materiaaleja huolellisesti tutkimusaineistoa havainnoiden, mitaten ja tallentaen

4 Opettajan ammattikäytäntöön liittyviä ohjeita

	Tutkimuspohjainen tiedeoppiminen tarkoittaa, että...
kun oppilaat osallistuvat tutkimuspohjaiseen luonnontieteen opetukseen	*oppilaat keskustelevat eri yhteydenpitotapoja käyttäen* • he esittelevät ideoitaan eri tavoin: päiväkirjat, raportit, piirustukset, kaaviot jne. • he kuuntelevat, puhuvat ja kirjoittavat tieteestä vanhempien, opettajien ja toistensa kanssa • he käyttävät tieteelle ominaista kieltä • he pystyvät selittämään tähän mennessä sisäistämänsä käsitteet *oppilaat esittävät selityksiä ja ratkaisuja ja laajentavat entistä tietovarantoaan* • he ehdottavat selityksiä aiempien kokemusten pohjalta muodostuneen tietovarannon ja meneillään olevan tutkimuksen tuloksena saadun tiedon perusteella • he käyttävät tutkimusta keinona löytää vastauksia itse esittämiinsä kysymyksiin • he erottavat olennaisen epäolennaisesta (mikä toimii ja mikä ei) • he haluavat tarkentaa esittämiään selityksiä ja pohtia uusia ideoita tietämyksen karttuessa *oppilaat nostavat esiin kysymyksiä* • he esittävät kysymyksiä sanallisesti tai toiminnan kautta • he käyttävät kysymyksiä lähtökohtana uusille tutkimuksille, joiden tuloksena syntyy tai tarkentuu jatkokysymyksiä ja uusia ideoita • he esittävät mielellään kysymyksiä ja ymmärtävät kysymysten esittämisen keskeisen merkityksen tieteess *oppilaat hyödyntävät havaintoja* • he havainnoivat huolellisesti pelkän katsomisen sijasta • he havaitsevat yksityiskohtia, laajempia kokonaisuuksia ja yhteyksiä ilmiöiden välillä; he tunnistavat muutokset, samankaltaisuudet ja erot • he havaitsevat yhteyksiä aiemmin omaksuttuihin ideoihin *oppilaat arvioivat omaa tutkimustoimintaansa* • he laativat ja käyttävät laatumittareita oman työnsä arvioimiseen • he kertovat vahvuuksistaan ja tunnistavat alueet, joilla haluaisivat kehittyä • he pohtivat tekemisiään aikuisten ja toistensa kanssa
kun opettaja on luokassa	• opettajan roolissa painottuu aiempaa vähemmän suoranainen opettaminen ja aiempaa enemmän mallin antaminen, ohjaaminen, auttaminen ja oppilaiden työskentelyn jatkuva arviointi • opettajan rooli on aiempaa monisyisempi, ja siihen kuuluu aiempaa suurempi vastuu suotuisten oppimisolosuhteiden luomisesta ja ylläpitämisestä • opettaja vastaa oppilaiden ideoiden kehittelystä ja oppimisympäristön ylläpidosta
opettajan pitää omaksua tietyt taidot voidakseen tukea oppilaidensa tieteellisten ideoiden omaksumista	*Opettajat toimivat mallina ja esimerkkinä* • *he näyttävät oppilaille, kuinka uusia työkaluja tai materiaaleja käytetään* • *he ohjaavat oppilaita ottamaan yhä enemmän vastuuta tutkimuksista* • *he auttavat oppilaita suunnittelemaan ja toteuttamaan tutkimusten kirjaamisen ja dokumentoinnin sekä johtopäätösten tekemisen* *Opettajat tukevat sisällöllistä oppimista* • he auttavat oppilaita muodostamaan alustavia selityksiä, joista siirrytään kohti sisällöllistä ymmärtämistä • he esittelevät oppimissisältöön sopivia työkaluja, materiaaleja ja tieteellisiä ideoita • he käyttävät asianmukaista terminologiaa sekä tieteellistä ja matemaattista kieltä *Opettajat käyttävät useita arviointikeinoja* • he ottavat huomioon oppilaiden tavan ajatella ja oppia ja tunnistavat alueet, jotka lapset kokevat hankaliksi • he juttelevat lasten kanssa, esittävät kysymyksiä, tekevät ehdotuksia, vaihtavat ajatuksia ja ovat vuorovaikutuksessa heidän kanssaan • he kiertelevät luokassa siten, että he ovat kaikkien oppilaiden käytettävissä • he auttavat lapsia etenemään seuraavalle oppimistasolle sopivin vihjein ja vinkein *Opettajat toimivat ohjaajina* • he käyttävät avoimia kysymyksiä, jotka kannustavat tutkimaan, havainnoimaan ja pohtimaan • he kuuntelevat tarkkaavaisesti oppilaidensa ideoita, kommentteja ja kysymyksiä voidakseen auttaa heitä taitojen ja ajattelutapojen kehittämisessä • he ehdottavat tarkasteltaviksi ja kokeiltaviksi uusia asioita ja kannustavat jatkotutkimuksiin ja -pohdintoihin • he pitävät yllä oppilaiden välistä vuoropuhelua ja kannustavat kaikkia osallistuman siihen

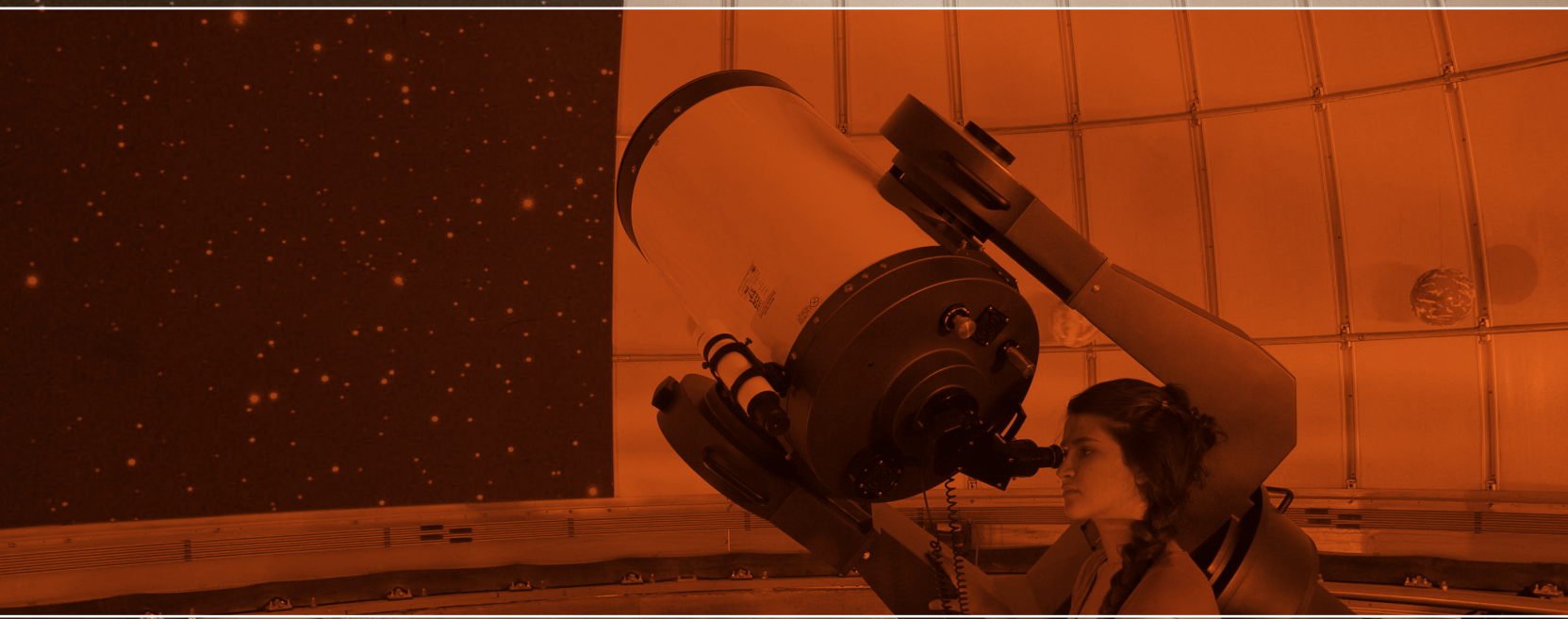
4 Opettajan ammattikäytäntöön liittyviä ohjeita

Laadukas tiedeopetuksen pedagogiikka tarkoittaa, että...	
opettaja tai muu ohjaaja pystyy auttamaan oppilaita asioiden omakohtaisessa sisäistämisessä huolehtimalla seuraavista:	• esitetään aitoja kysymyksiä (ks. tarkemmin jäljempänä) • esitetään jatkokysymyksiä oppilaiden esittämiin vastauksiin • haastetaan oppilas oppimaan uutta hänelle sopivalla tasolla • annetaan tilaa oppijan ja/tai oppijoiden omille pohdinnoille (kannustetaan vertailuihin ja vastakkainasetteluihin jne.)
Facilitate reflection through five steps:	1. herätetään halu selvittää, mihin tutkittava ilmiö perustuu 2. annetaan aikaa ilmiön perusteelliseen havainnointiin 3. annetaan aikaa hypoteesien tekemiseen 4. annetaan aikaa päätelmien tekemiseen 5. annetaan aikaa hypoteesin testaamiseen empiirisen tutkimuksen keinoin
siinä otetaan huomioon myös lasten harhakäsitykset seuraavasti:	• Anna lapsen lähteä liikkeelle omien käsitystensä pohjalta ja kyseenalaistaa niitä havaintojen, kokeiden, mallinnusten jne. kautta sekä vertaamalla niitä toisten oppilaiden ajatuksiin tai lähdeaineistosta saatuihin tietoihin. • Konstruktivistisen ajattelun mukaan oppilas voi kyseenalaista jonkin tietyn käsityksen kahdella tasolla – tietämyksen tasolla ja yksilötasolla. Tietämysjärjestelmä on ensin purettava, millä on oppilaaseen tasapainoa horjuttava vaikutus. Tietämysjärjestelmä on tämän jälkeen rakennettava uudelleen, jolloin yksilötason oppimisessa saavutetaan uusi tasapainotila. • Hyödynnä kokeellista elementtiä, joka voi toimia metakognitiivisen reflektoinnin alullepanijana. • Käytä tieteellistä debattia välineenä tieteellisen ajattelun ja kriittisen suhtautumistavan keskeisten piirteiden sisäistämiseen. • Kyseenalaista harhakäsitykset laatimalla hypoteeseja, jotka voidaan testata tutkimalla. • Pohdi, millainen suhde voidaan ajatella tiedeyhteisön toiminnan tuloksena syntyvän tieteellisen tiedon ja lasten tavan oppia luonnontiedettä välille.
Tutkimuspohjainen tiedeoppiminen tarkoittaa myös museoiden ja tutkimuskeskusten käyttämistä keinona...	
antaa oppilaille tilaisuus	• keskustella kasvokkain kokeneiden kouluttajien kanssa • nähdä "kuinka tiede toimii" ja "kuinka tiedemiehet toimivat" • osallistua leikinomaiseen, hauskaan ja mukavaan toimintaan • ottaa osaa sisällyksekkäisiin ja pohdiskeleviin keskusteluihin • käyttää eri aisteja • kehittää vuorovaikutustaitoja omiin tarpeisiin sopivilla tavoilla • oppia oppimaan • olla itsenäisiä ja itseohjautuvia oppijoita • yhdistää opitut uudet asiat aiempiin kokemuksiin tai tietoihin • tutkia, kokeilla ja olla luova • havainnoida ja tutkia todellisia kohteita tai näytteitä
parantaa yhteistyötä museoiden kouluttajien ja tutkijoiden kanssa ja tehostaa oppilaiden oppimista	• muovaamalla oppimiskokemus oppilaiden tarpeisiin sopivaksi • luomalla ympäristöjä, joissa oppijoilla on turvallinen olo ja jossa he tuntevat saavansa tukea • hyväksymällä oppilaiden erilaiset oppimistulokset • rohkaisemalla oppilaita hakemaan itselleen sopivia oppimiskokemuksia • ohjaamalla oppilaita asettamaan kysymyksiä ja kehittelemään ideoita, jotka ovat heille uusia tai haastavia • tukemalla oppilaita asioiden jäsentämisessä mielekkäiksi kokonaisuuksiksi • päättämällä, kuinka ja koska tukea oikea-aikaisesti oppilaiden oppimiskokemusta sopivilla kysymyksillä, tiedoilla ja tehtävillä • kannustamalla sekä sosiaaliseen että itsenäiseen, itseohjautuvaan oppimiseen • tukemalla erilaisia oppimistyylejä • kannustamalla oppilaita tutkimaan, kokeilemaan ja käyttämään omaa luovuutta • antamalla oppilaiden nauttia onnistumisen kokemuksista koko oppimiskokemuksen ajan • antamalla oppilaiden edistyä ja kehittyä yksilöllisesti

4 Opettajan ammattikäytäntöön liittyviä ohjeita

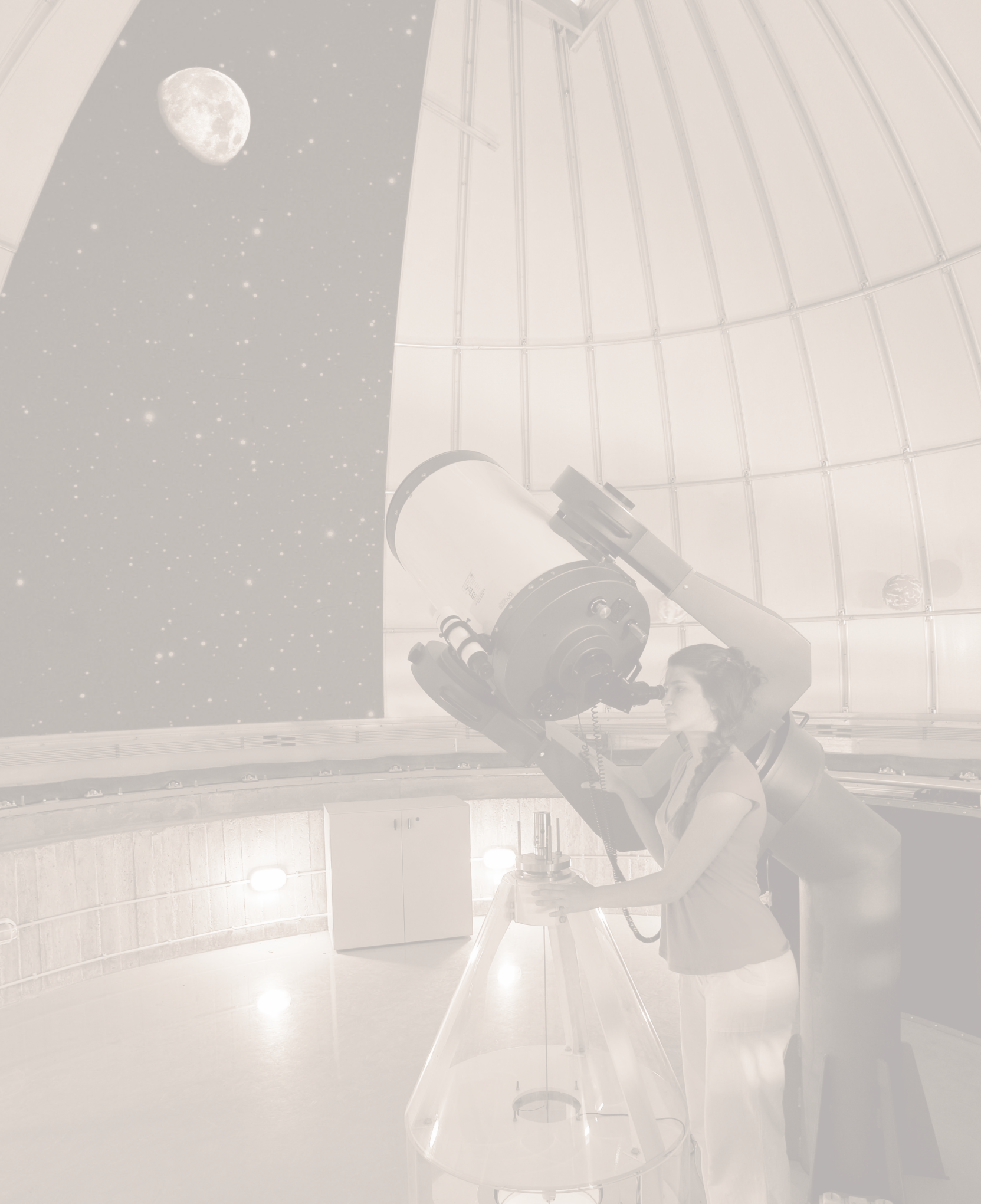
Tutkimuspohjainen tiedeoppiminen tarkoittaa myös museoiden ja tutkimuskeskusten käyttämistä keinona…	

omaksua kontekstuaalinen lähestymistapa	• Opettajan näkökulman omaksuminen
	• Uutuusvaikutuksen pienentäminen
	• Oppimiskokemuksen tehostaminen
	• Kannustaminen hedelmälliseen yhteistoimintaan
	  • kannustamalla keskusteluihin toisten oppilaiden ja aikuisten kanssa
	  • herättämällä uteliaisuutta ja mielenkiintoa
	  • tarjoamalla valinnanmahdollisuuksia ja ohjausta
	  • innostamalla kognitiivisiin mittelöihin ja haasteisiin
	  • tekemällä opeteltavista asioista itselle tärkeitä
	• Tukemalla vuoropuhelu-, luku- ja/tai tutkimustaitoja



5.

PATHWAYN tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen yleiset skenaariot



*5. PATHWAYN tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen yleiset skenaariot

Tässä luvussa esitetään taulukoiden ja kaavioiden muodossa kolme (3) tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen yleistä skenaariota. Skenaariot on nimetty ”avoimeksi”, ”ohjatuksi” ja ”strukturoiduksi” tutkimukseksi hankeasiakirjan D2.2 ”Essentials of IBSE Pedagogy: Strategies for Developing Inquiry as part of Scientific Literacy” kyseisille termeille antamassa merkityksessä. Esityksen tavoitteena on mahdollistaa näiden yleisten skenaarioiden käyttäminen PATHWAY ASK-LDT -työkalun yhteydessä siten, että luonnontieteellisten aineiden opettajat voivat helposti suunnitella tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarioita edellä mainittujen tutkimustyyppien pohjalta.

Avoin tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen yleinen skenaario

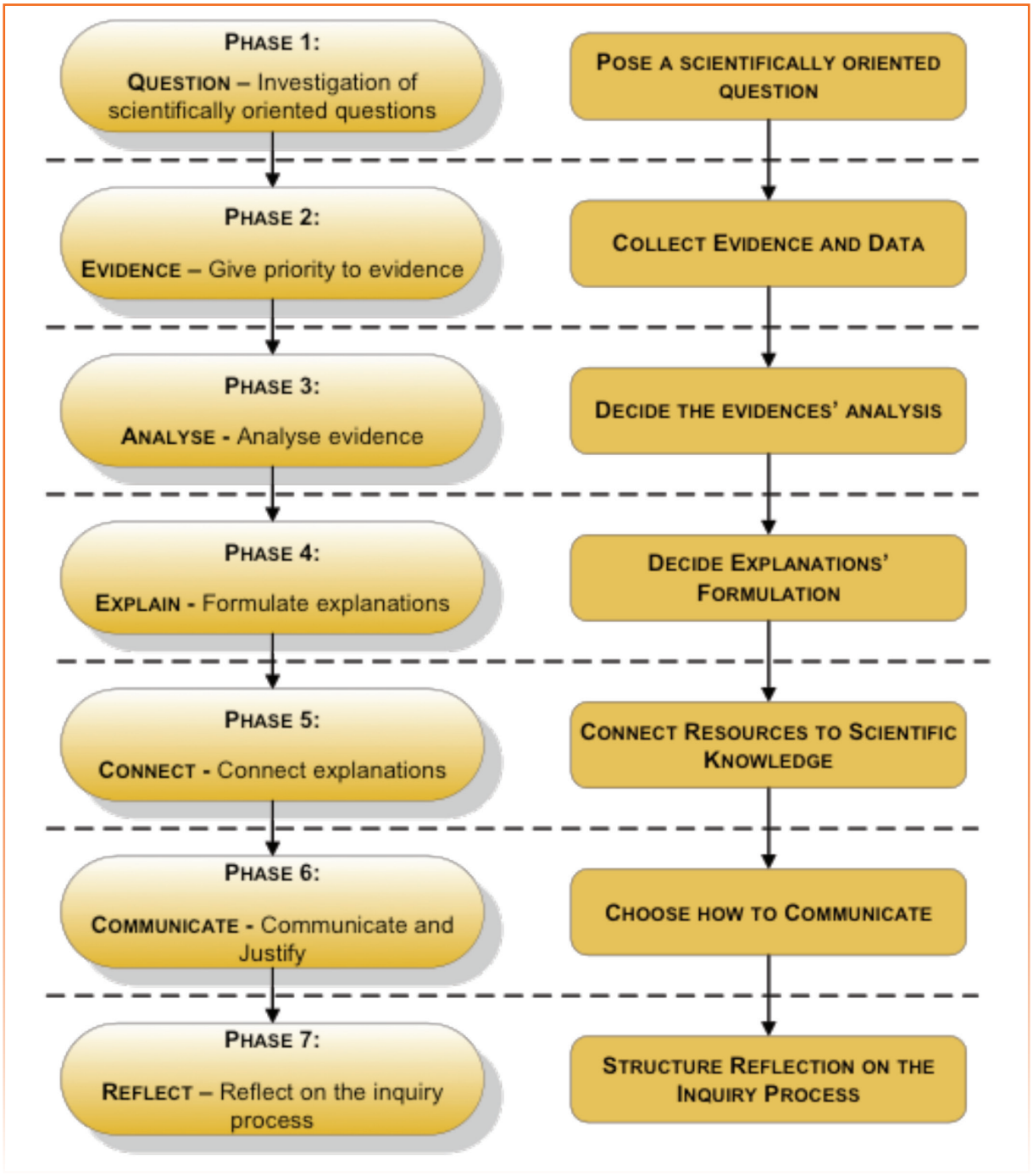
Tässä luvussa esitetään avoimen tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen yleisen skenaarion mukainen oppimistoiminta.

Taulukko 1: *Avoimen tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen yleisen skenaarion mukainen oppimistoiminta*

Avoin tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen yleinen skenaario	
VAIHE 1: KYSYMYKSENASETTELU – TIETEELLISLUONTOISTEN ONGELMIEN ASETTAMINEN	TIETEELLISLUONTOISEN ONGELMAN ASETTAMINEN Oppilaat asettavat tieteellisluontoisen ongelman, johon haetaan oppitunneilla vastausta tutkimalla.
VAIHE 2: AINEISTO – NÄYTÖN ASETTAMINEN ENSISIJALLECE	NÄYTÖN JA AINEISTON KOKOAMINEN Oppilaat selvittävät ja kokoavat saatavilla olevan tieteellisen näytön ja aineiston. He asettavat etusijalle aineiston, joka mahdollistaa asetettuun tieteellisluontoiseen ongelmaan sopivien selitysten laatimisen.
VAIHE 3: ANALYYSI – AINEISTON ANALYSOIMINENE	AINEISTON ANALYYSISTÄ PÄÄTTÄMINEN Oppilaat päättävät, kuinka aineisto analysoidaan ehdottamalla mahdollisia selityksiä.
VAIHE 4: SELITTÄMINEN – SELITYSTEN MUOTOILEMINEN	SELITYSTEN MUOTOILEMISESTA PÄÄTTÄMINEN Oppilaat päättävät, kuinka aineistoon perustuvat selitykset muotoillaan ja kuinka niitä arvioidaan, jotta asetettuun tieteellisluontoiseen ongelmaan pystytään vastaamaan.
VAIHE 5: YHDISTELY – YHTEYKSIEN LÖYTÄMINEN SELITYKSILLE	YHTEYKSIEN LÖYTÄMINEN LÄHTEIDEN JA TIETEELLISEN TIEDON VÄLILLE Oppilaat etsivät ja tutkivat eri lähteitä ja muodostavat yhteyksiä tieteelliseen tietoon.
VAIHE 6: ESITTELY – TULOSTEN ESITTELY JA PERUSTELU	ESITYSTAVAN VALITSEMINEN Oppilaat valitsevat, kuinka he haluavat esitellä ja perustella ehdottamansa selitykset.
VAIHE 7: POHDINTA – TUTKIMUSPROSESSIN POHDINTA	TUTKIMUSPROSESSIA KOSKEVIEN POHDINTOJEN JÄSENTELY Oppilaat päättävät, kuinka tutkimus- ja oppimisprosessia koskevat pohdinnat kannattaa jäsennellä.

5 PATHWAYN tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen yleiset skenaariot

Kuva 1: *Avoimen tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen yleisen skenaarion mukaisen oppimistoiminnan kulku*



5 PATHWAYN tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen yleiset skenaariot

Ohjattu tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen yleinen skenaario

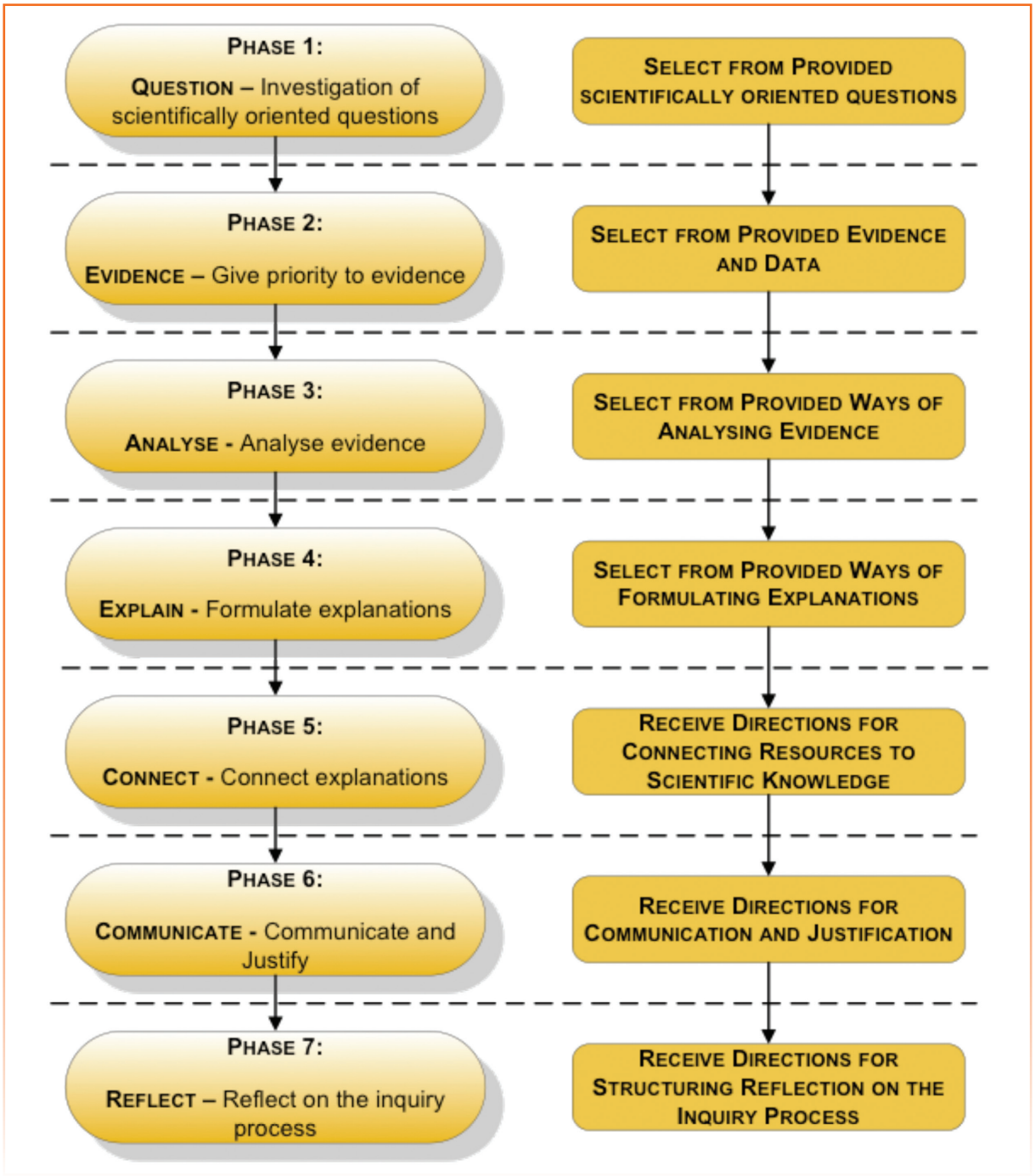
Tässä luvussa esitetään ohjatun tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen yleisen skenaarion mukainen oppimistoiminta.

Taulukko 2: *Ohjatun tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen yleisen skenaarion mukainen oppimistoiminta*

Ohjattu tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen yleinen skenaario	
VAIHE 1: KYSYMYKSENASETTELU – TIETEELLISLUONTOISTEN ONGELMIEN ASETTAMINEN	JONKIN ESITETYN TIETEELLISLUONTOISEN ONGELMAN VALITSEMINEN TUTKIMUSKOHTEEKSI Oppilaat valitsevat oppitunneilla tutkittavaksi haluamansa tieteellisluontoisen ongelman (opettajan antamien) vaihtoehtojen joukosta (tai muotoilevat niiden pohjalta uuden ongelman).
VAIHE 2: AINEISTO – NÄYTÖN ASETTAMINEN ENSISIJALLE	TUTKIMUSAINEISTON VALITSEMINEN ANNETUN NÄYTÖN JA AINEISTON JOUKOSTA Oppilaat valitsevat tutkimusaineiston annetun näytön/aineiston joukosta. He asettavat etusijalle aineiston, joka mahdollistaa asetettuun tieteellisluontoiseen ongelmaan sopivien selitysten laatimisen.
VAIHE 3: ANALYYSI – AINEISTON ANALYSOIMINEN	AINEISTON ANALYSOINTITAVAN VALITSEMINEN ANNETTUJEN VAIHTOEHTOJEN JOUKOSTA Oppilaat valitsevat (opettajan antamien) vaihtoehtojen joukosta haluamansa tavan analysoida aineistoa ja ehdottavat mahdollisia selityksiä.
VAIHE 4: SELITTÄMINEN – SELITYSTEN MUOTOILEMINEN	SELITYSTAVAN VALITSEMINEN ANNETTUJEN VAIHTOEHTOJEN JOUKOSTA Oppilaat valitsevat (opettajan antamien) vaihtoehtojen joukosta haluamansa tavan muotoilla ja arvioida selityksiä voidakseen vastata asetettuun tieteellisluontoiseen ongelmaan.
VAIHE 5: YHDISTELY – YHTEYKSIEN LÖYTÄMINEN SELITYKSILLE	OHJEIDEN SAAMINEN YHTEYKSIEN LÖYTÄMISEKSI LÄHTEIDEN JA TIETEELLISEN TIEDON VÄLILLE Opettaja ohjaa oppilaita vaihtoehtoisten lähteiden pariin ja selittää heille, kuinka ne voidaan yhdistää tieteelliseen tietoon.
VAIHE 6: ESITTELY – TULOSTEN ESITTELY JA PERUSTELU	OHJEIDEN SAAMINEN ESITYS- JA PERUSTELUTAVAN VALITSEMISEKSI Oppilaat saavat opettajalta konkreettista ohjeistusta siihen, kuinka ehdotetut selitykset esitellään ja perustellaan.
VAIHE 7: POHDINTA – TUTKIMUSPROSESSIN POHDINTA	OHJEIDEN SAAMINEN TUTKIMUSPROSESSIA KOSKEVIEN POHDINTOJEN JÄSENTELYYN Oppilaat saavat opettajalta konkreettista ohjeistusta siihen, kuinka tutkimus- ja oppimisprosessia koskevat pohdinnat kannattaa jäsennellä.

5 PATHWAYN tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen yleiset skenaariot

Kuva 2: *Ohjatun tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen yleisen skenaarion mukaisen oppimistoiminnan kulku*



5 PATHWAYN tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen yleiset skenaariot

Strukturoitu tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen yleinen skenaario

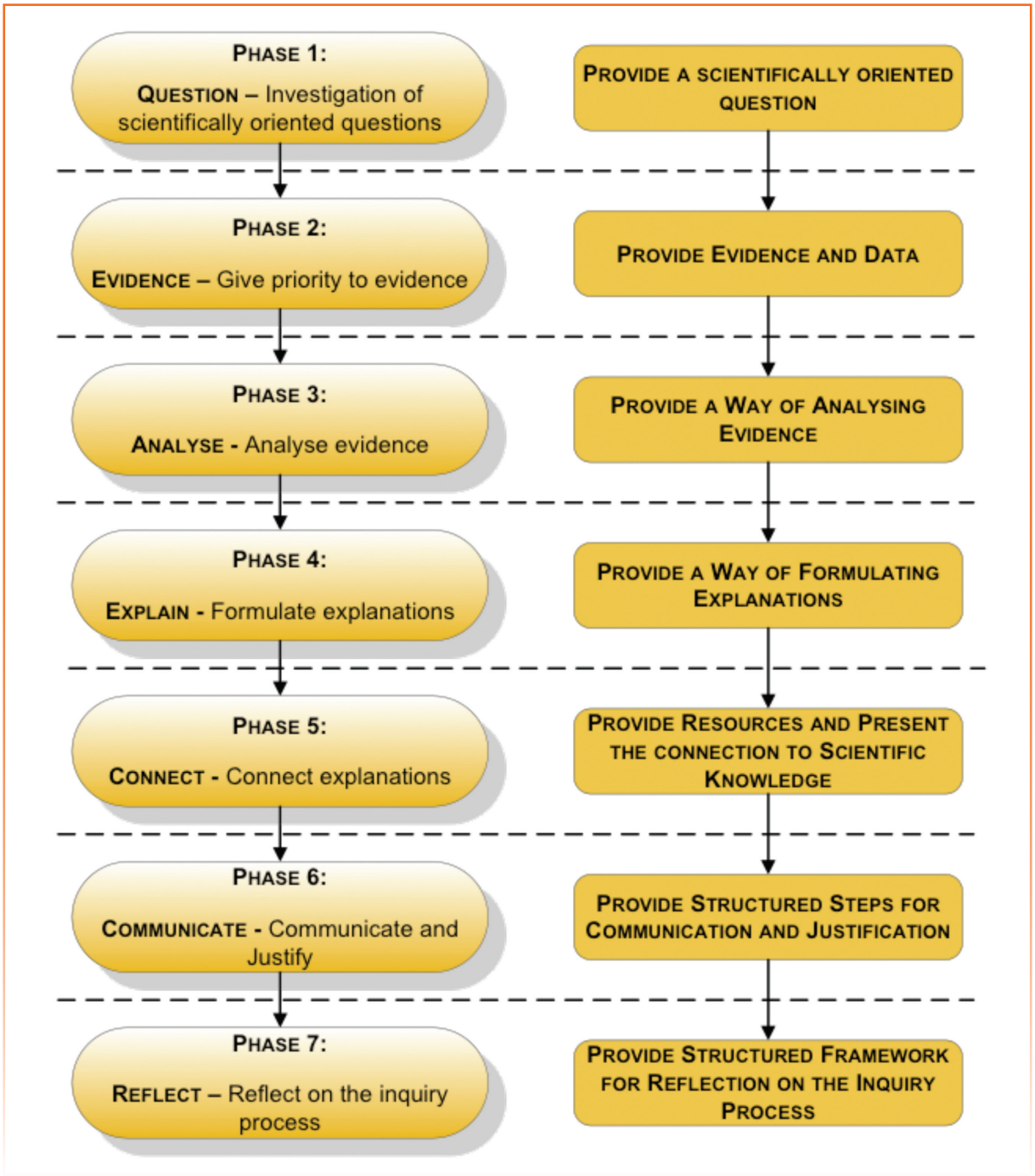
Tässä luvussa esitetään strukturoidun tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen yleisen skenaarion mukainen oppimistoiminta.

Taulukko 3: *Strukturoidun tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen yleisen skenaarion mukainen oppimistoiminta*

Strukturoitu tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen yleinen skenaario	
VAIHE 1: KYSYMYKSENASETTELU – TIETEELLISLUONTOISTEN ONGELMIEN ASETTAMINEN	TIETEELLISLUONTOISEN ONGELMAN ANTAMINEN POHDITTAVAKSI Opettaja antaa oppilaiden pohdittavaksi tieteellisluontoisen ongelman, johon haetaan oppitunneilla vastausta tutkimalla.
VAIHE 2: AINEISTO – NÄYTÖN ASETTAMINEN ENSISIJALLE	AINEISTON OSOITTAMINEN Opettaja antaa oppilaiden tutkittavaksi aineiston, joka mahdollistaa asetettuun tieteellisluontoiseen ongelmaan sopivien selitysten laatimisen.
VAIHE 3: ANALYYSI – AINEISTON ANALYSOIMINEN	AINEISTON ANALYSOINTITAVAN OSOITTAMINEN Opettaja opastaa oppilaita aineiston analysoinnissa.
VAIHE 4: SELITTÄMINEN – SELITYSTEN MUOTOILEMINEN	SELITYSTAVAN OSOITTAMINEN Opettaja osoittaa oppilaille tavan muotoilla ja arvioida selityksiä, jotta asetettuun tieteellisluontoiseen ongelmaan pystytään vastaamaan.
VAIHE 5: YHDISTELY – YHTEYKSIEN LÖYTÄMINEN SELITYKSILLE	LÄHTEIDEN OSOITTAMINEN JA YHTEYKSIEN NÄYTTÄMINEN TIETEELLISEEN TIETOON Opettaja osoittaa oppilaille vaihtoehtoisia lähteitä ja selittää heille, kuinka ne liittyvät tieteelliseen tietoon.
VAIHE 6: ESITTELY – TULOSTEN ESITTELY JA PERUSTELU	VAIHEITTAISET OHJEET TULOSTEN ESITTELYÄ JA PERUSTELUA VARTEN Oppilaat saavat opettajalta tarkat ohjeet siihen, kuinka ehdotetut selitykset esitellään ja perustellaan.
VAIHE 7: POHDINTA – TUTKIMUSPROSESSIN POHDINTA	JÄSENNELTYJEN PUITTEIDEN TARJOAMINEN TUTKIMUSPROSESSIA KOSKEVIIN POHDINTOIHIN Oppilaat saavat opettajalta jäsennellyt puitteet tutkimus- ja oppimisprosessia koskeviin pohdintoihin.

5 PATHWAYN tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen yleiset skenaariot

Kuva 3: *Strukturoidun tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen yleisen skenaarion mukaisen oppimistoiminnan*



6.

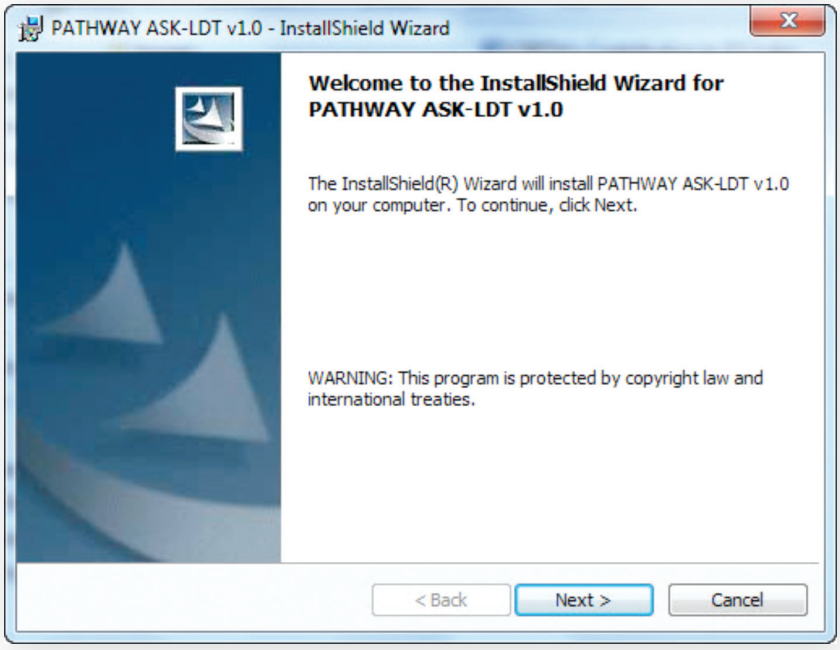
PATHWAY ASK Learning Design Toolkit (PATHWAY ASK-LDT) - välineistön toiminnallisuuksien esittely

*6. PATHWAY ASK Learning Design Toolkit (PATHWAY ASK-LDT) - välineistön toiminnallisuuksien esittely

Tässä luvussa esitellään PATHWAY ASK Learning Design Toolkit (PATHWAY ASK-LDT) -välineistön toiminnallisuudet ja esitetään yksityiskohtainen käyttäjän opas tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarioiden suunnittelemiseksi PATHWAY ASK-LDT -välineistön avulla luvussa 2 esiteltyjen tutkimustyyppien pohjalta.

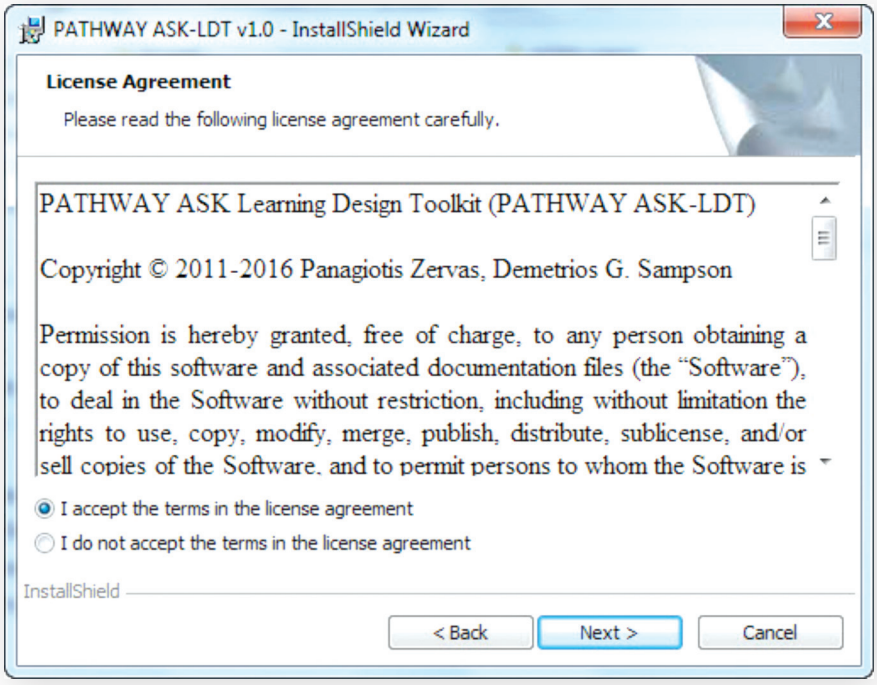
Yleiskuvaus

PATHWAY ASK Learning Design Toolkit (PATHWAY ASK-LDT) on erillistyökalu, joka perustuu IMS Learning Design -malliin (http://www.imsglobal.org/learningdesign/). PATHWAY ASK-LDT -välineistöä käytetään tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarioiden suunnitteluun valmiiksi määriteltyjen tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen yleisten skenaarioiden pohjalta sekä IMS Learning Design -mallin mukaisten pakettien luomiseen. *(http://www.imsglobal.org/learningdesign/)*. PATHWAY ASK-LDT -välineistöä käytetään tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarioiden suunnitteluun valmiiksi määriteltyjen tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen yleisten skenaarioiden pohjalta sekä IMS Learning Design -mallin mukaisten pakettien luomiseen. PATHWAY ASK-LDT käynnistetään suorittamalla tiedosto nimeltä PATHWAY ASK-LDT v1.0.msi. Näyttöön tulee ikkuna, jossa sinua pyydetään jatkamaan asennusta. Sinun pitää edetä kaikkien asennusvaiheiden läpi painamalla Next-painiketta (ks. Kuva 4, Kuva 5 ja Kuva 6). Kun asennus on valmis, näyttöön tulee seuraava viesti: ”The InstallShield Wizard has successfully installed PATHWAY ASK-LDT v 1.0. Click Finish to exit the wizard” ja Windows -valikkoon ilmestyy PATHWAY ASK-LDT -logo (ks. Kuva 7 ja Kuva 8).

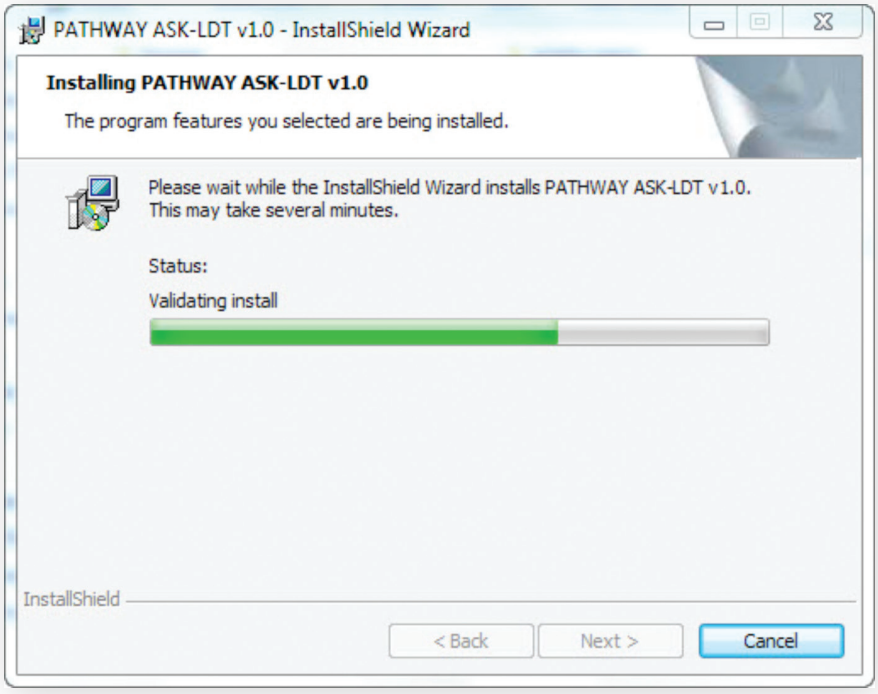


Kuva 4: *Asennuksen käynnistäminen*

6 PATHWAY ASK Learning Design Toolkit (PATHWAY ASK-LDT) - välineistön toiminnallisuuksien esittely

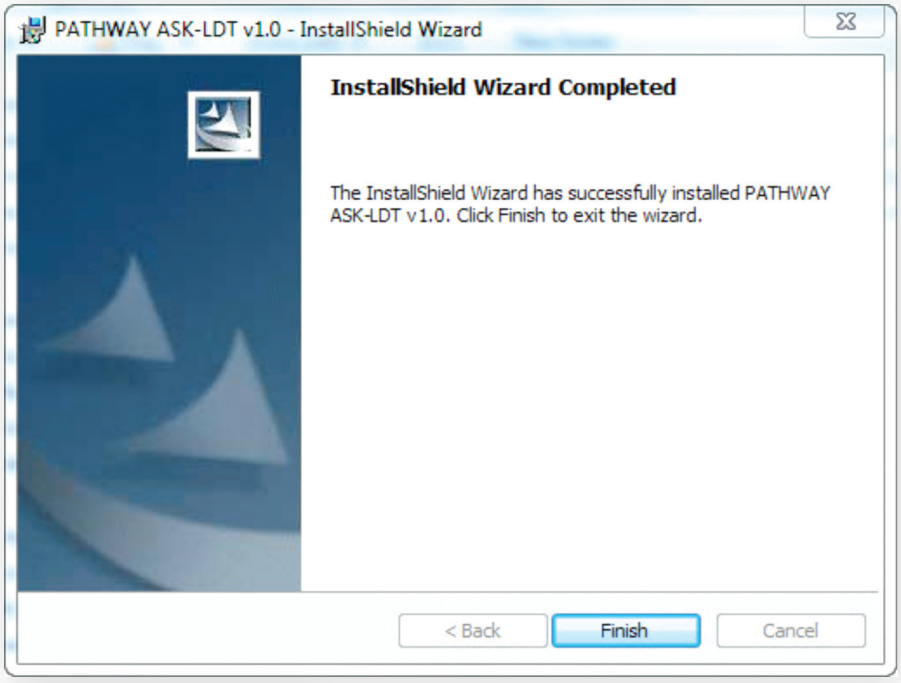


Kuva 5: *Hyväksy käyttöoikeussopimuksen ehdot*

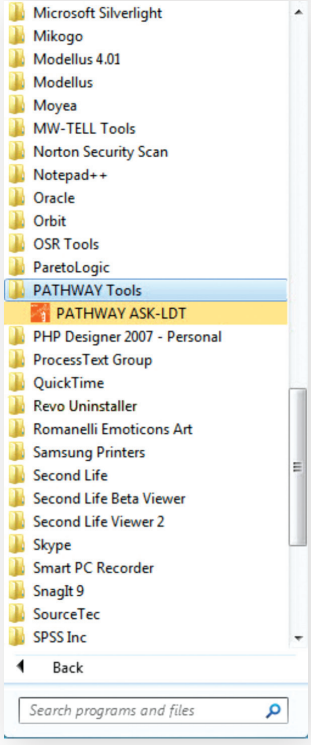


Kuva 6: *Sovellusta (PATHWAY ASK-LDT) asennetaan*

6 PATHWAY ASK Learning Design Toolkit (PATHWAY ASK-LDT) - välineistön toiminnallisuuksien esittely



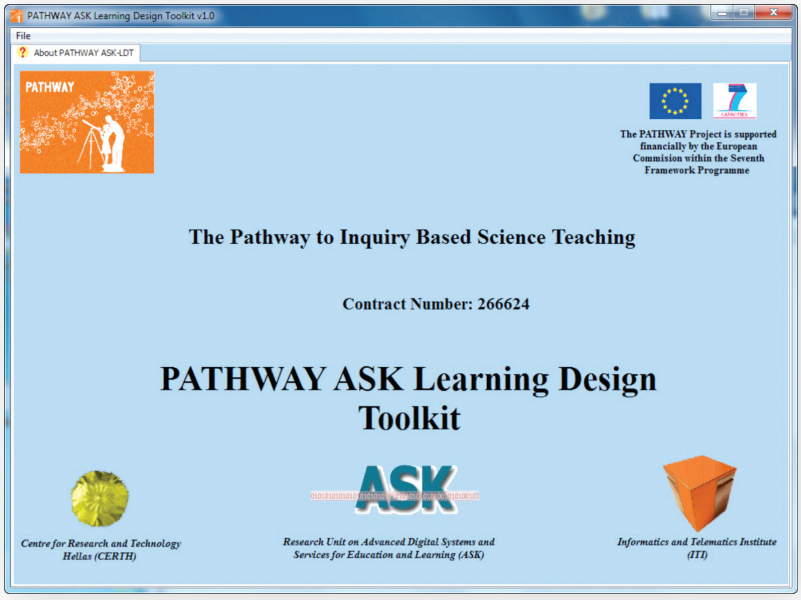
Kuva 7: *Vahvistus asennuksen onnistumisesta*



Kuva 8: *Käynnistä ohjelma valitsemalla Windows-valikosta à Kaikki ohjelmat à PATHWAY Tools à PATHWAY ASK-LDT*

6 PATHWAY ASK Learning Design Toolkit (PATHWAY ASK-LDT) - välineistön toiminnallisuuksien esittely

Jos asennus onnistui, näyttöön tulee PATHWAY ASK-LDT:n ensimmäinen ikkuna (ks. Kuva 9).



Kuva 9: PATHWAY ASK-LDT:n Tietoja-sivu

Keskeiset toiminnot

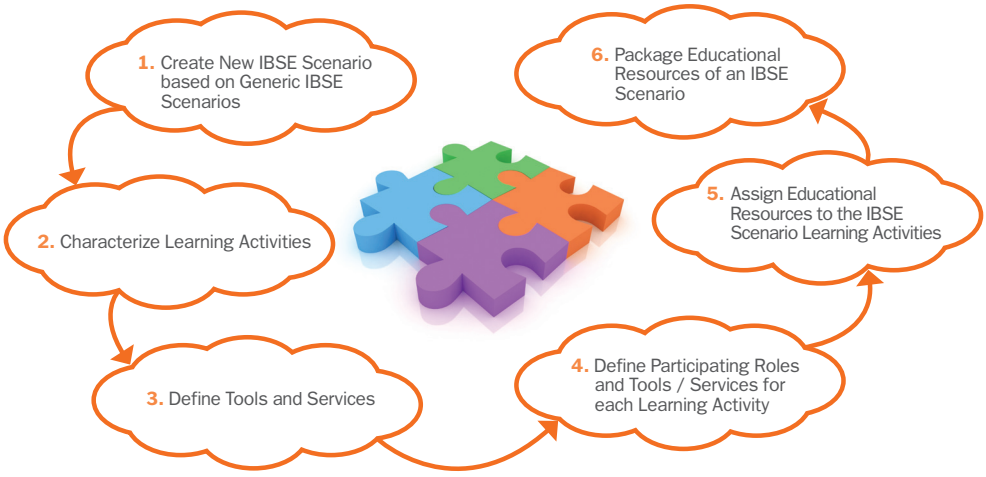
PATHWAY ASK-LDT:n keskeisimmät toiminnot ovat seuraavat:

- **Uuden tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion luominen:** Käyttäjä voi luoda uuden tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion valmiiksi määritellyn tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen yleisen skenaarion pohjalta. Vaihtoehtoja on kolme: ohjattu tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaario, avoin tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaario ja strukturoitu tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaario.
- **Oppimistoiminnan tyyppien määritteleminen:** Käyttäjä voi karakterisoida kutakin tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion mukaista oppimistoimintaa käyttämällä yhteistä termistöä, joka pohjautuu tätä varten erityisesti kehitettyyn taksonomiaan (Dialog Plus Learning Activities Taxonomy) .
- **Työkalujen ja palvelujen määritteleminen:** Käyttäjä voi määrittää mahdolliset työkalut ja palvelut ympäristöön, jossa kyseisen tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion mukainen oppimistoiminta tapahtuu.
- **Osallistujaroolien ja työkalujen/palvelujen määritteleminen kullekin oppimistoiminnalle:** Käyttäjä voi määritellä kuhunkin tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion mukaiseen oppimistoimintaan osallistuvat roolit sekä kunkin oppimistoiminnan toteuttamisessa tarvittavat työkalut/palvelut.
- **Oppimistoiminnassa tarvittavien opetusresurssien määritteleminen:** Käyttäjä voi määrittää opetusresurssit (html-sivut, kuvat, videot jne.) kyseistä tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion mukaista oppimistoimintaa varten tai muuttaa olemassa olevia resursseja.
- **IMS LD -mallin mukaisten sisältöpakettien luominen:** Käyttäjä voi tallentaa tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion IMS LD -mallin mukaiseksi sisältöpaketiksi (zip-muodossa).

6 PATHWAY ASK Learning Design Toolkit (PATHWAY ASK-LDT) - välineistön toiminnallisuuksien esittely

PATHWAY ASK-LDT:n tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarioiden suunnitteluprosessi

Tässä luvussa käydään vaihe vaiheelta läpi, miten PATHWAY ASK-LDT -työkalua käytetään tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion laatimiseen valmiiksi määriteltyjen tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen yleisten skenaarioiden pohjalta.



Kuva 10: PATHWAY ASK-LDT:n skenaarioiden suunnitteluprosessi

Kuva 10 kuvaa tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarioiden suunnitteluprosessia PATHWAY ASK-LDT -työkalua käyttäen. Prosessi koostuu kuudesta (6) perusvaiheesta:

- **Vaihe 1 – uuden tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion laatiminen tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen yleisten skenaarioiden pohjalta:** käyttäjä luo tämän vaiheen aikana uuden tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion valmiiksi määriteltyjen tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen yleisten skenaarioiden pohjalta.
- **Vaihe 2 – oppimistoimintojen karakterisointi (valinnainen):** käyttäjä karakterisoi tämän vaiheen aikana kutakin tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion mukaista oppimistoimintaa yhteistä termistöä käyttäen.
- **Vaihe 3 – työkalujen ja palvelujen määritteleminen (valinnainen):** käyttäjä määrittelee tämän vaiheen aikana kyseisen tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion mukaisen oppimistoiminnan toteuttamisessa tarvittavat työkalut ja palvelut.
- **Vaihe 4 – osallistujaroolien ja työkalujen/palvelujen määritteleminen kullekin oppimistoiminnalle:** käyttäjä määrittelee tämän vaiheen aikana kuhunkin kyseisen tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion mukaiseen oppimistoimintaan liittyvät roolit, työkalut ja palvelut.
- **Vaihe 5 – tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion mukaisessa oppimistoiminnassa tarvittavien opetusresurssien määrittäminen:** kun vaiheet 1–4 on suoritettu, käyttäjä voi määrittää kyseisen tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion mukaisissa oppimistoiminnoissa tarvittavat opetusresurssit.
- **Vaihe 6 – tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion opetusresurssien pakkaaminen:** käyttäjä luo tässä vaiheessa IMS LD -mallin mukaisen paketin.

6 PATHWAY ASK Learning Design Toolkit (PATHWAY ASK-LDT) - välineistön toiminnallisuuksien esittely

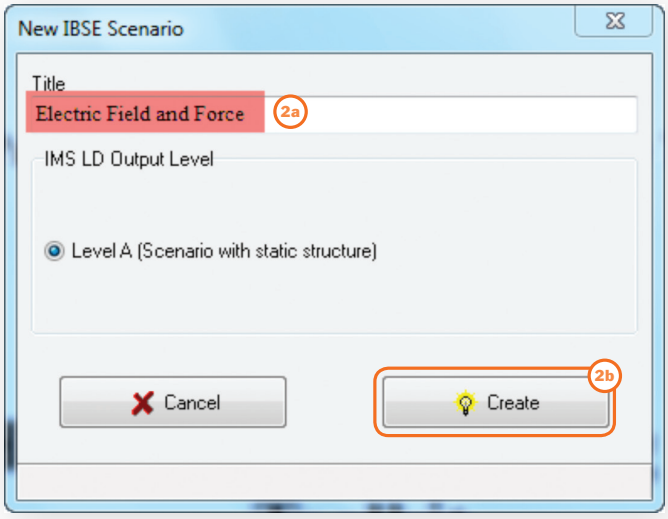
Uuden tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion laatiminen tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen yleisten skenaarioiden pohjalta

Ensimmäisessä vaiheessa (uuden tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion laatiminen tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen yleisten skenaarioiden pohjalta) tulee tehdä seuraavat toimet:

1. 1. Valitse File-valikosta **New IBSE Scenario** (ks. Kuva 11).

Kuva 11: Valitse New IBSE Scenario

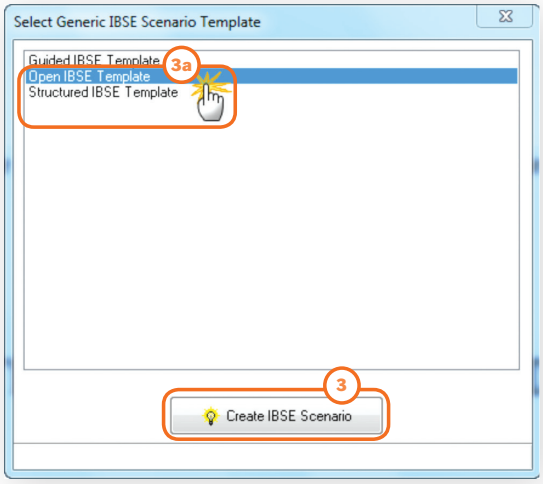
2. Kirjoita **Title**-ruutuun haluamasi nimi luomallesi tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaariolle (ks. Kuva 12).
   a) Kirjoita skenaarion nimi **Title**-ruutuun.
   b) Napsauta **Create**-painiketta



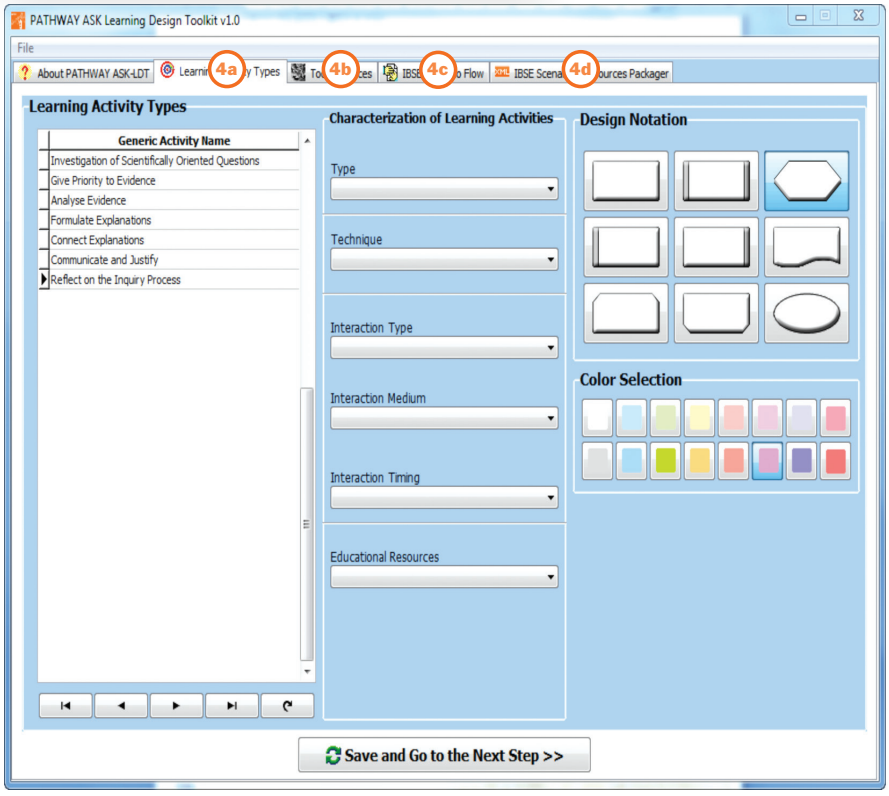
Kuva 12: Kirjoita skenaarion nimi Title-ruutuun

6 PATHWAY ASK Learning Design Toolkit (PATHWAY ASK-LDT) - välineistön toiminnallisuuksien esittely

3. 3. Valitse luomasi skenaarion tyypiksi **Generic IBSE Scenario** (ks. Kuva 13).
   a) Valitse käytettävissä olevien tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen yleisten skenaarioiden luettelosta se yleinen skenaario, johon luomasi tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaario perustuu.
   b) Napsauta Create IBSE Scenario -painiketta



Kuva 13: Valitse valmiiden vaihtoehtojen joukosta haluamasi tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaario



Kuva 14: Tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion muokkaaminen

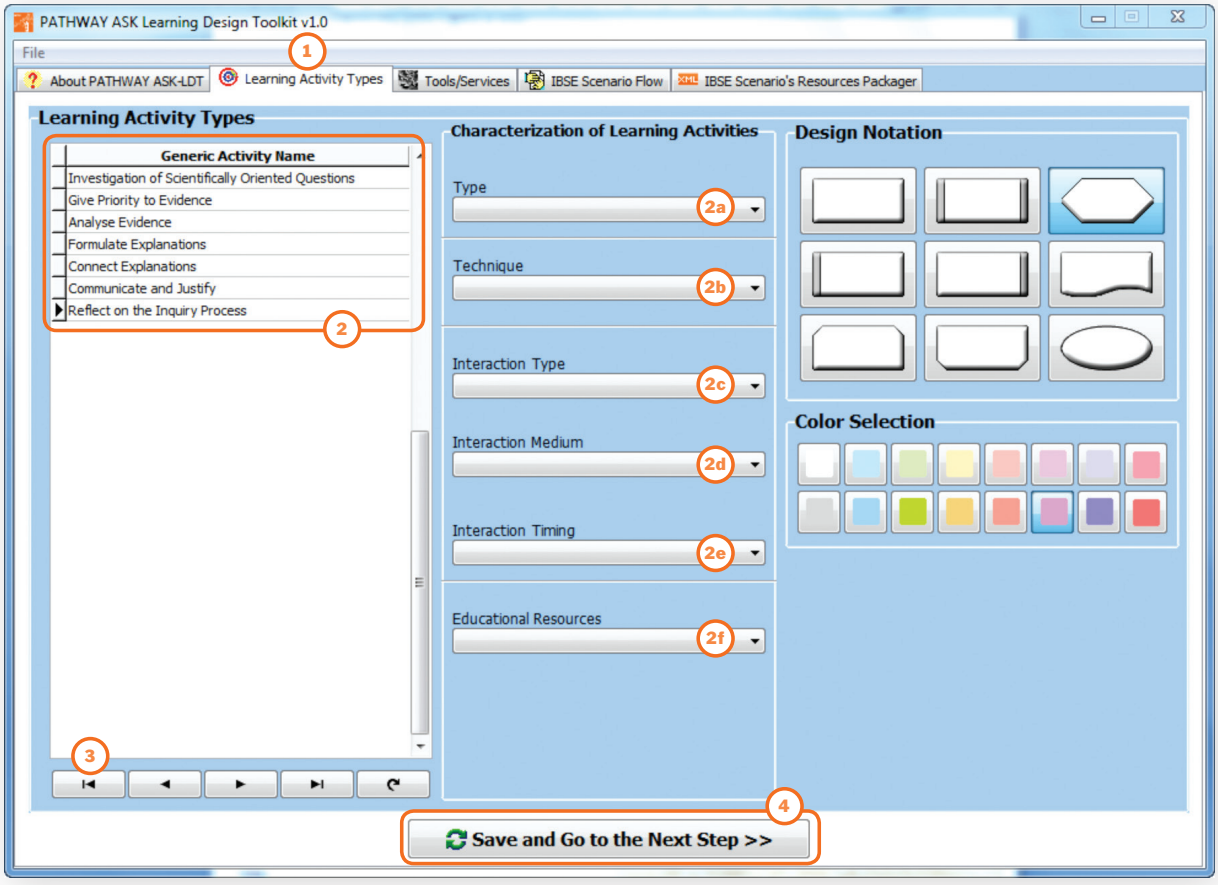
4. Kun tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaario on luotu, näyttöön tulee seuraava ikkuna (ks. Kuva 14), josta käyttäjä voi muokata tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaariota tiettyjen valintojen osalta.
   a) oppimistoimintojen karakterisointi (valinnainen)
   b) työkalujen ja palvelujen määritteleminen (valinnainen)
   c) osallistujaroolien ja työkalujen/palvelujen määritteleminen kullekin tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion mukaiselle oppimistoiminnalle
   d) tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion mukaisessa oppimistoiminnassa tarvittavien opetusresurssien määrittäminen.

Oppimistoimintojen karakterisointi

Toinen vaihe (oppimistoimintojen karakterisointi) on valinnainen ja voidaan toteuttaa seuraavasti (ks. Kuva 15):

1. Valitse Learning Activity Types -välilehti.
2. Karakterisoi kutakin kyseisen tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion mukaista oppimistoimintaa määrittämällä
   a) oppimistoiminnan tyyppi (**Type**-luetteloruutu): Tyyppi luonnehtii oppimistoimintaa, johon oppilaat ryhtyvät tavoitteeksi asetettujen oppimistulosten saavuttamiseksi . Oppimistoiminnan tyyppejä on kuusi (6): assimilatiivinen (Assimilative), (2) tiedonkäsittely (Information Handling), (3) adaptiivinen (Adaptive), (4) kommunikatiivinen (Communicative), (5) produktiivinen (Productive) ja (6) kokemuksellinen (Experiential)[18].
   b) oppimistoiminnan tekniikka (**Technique**-luetteloruutu): Opetustekniikka tarkoittaa tapaa, jolla oppimistoiminta toteutuu. Tekniikoita on yksilöity yli kolmekymmentä erilaista, minkä tarkoituksena on tarjota evästystä siihen, millainen oppimistoiminta voisi sopia parhaiten eri konteksteihin[19].
   c) oppimistoiminnan vuorovaikutustyyppi (**Interaction Type** -luetteloruutu): Vuorovaikutustyyppi määrittelee oppimistoimintaan kuuluvien eri roolien välillä tapahtuvan vuorovaikutuksen.
   d) oppimistoiminnan vuorovaikutuskanava (**Interaction Medium** -luetteloruutu): Vuorovaikutuskanava määrittelee, millä eri tavoin vuorovaikutus oppimistoimintaan kuuluvien eri roolien välillä voi tapahtua.[16]
   e) oppimistoiminnan vuorovaikutuksen ajoitus (Interaction Timing -luetteloruutu): Vuorovaikutuksen ajoitus määrittelee, miten vuorovaikutus oppimistoimintaan kuuluvien eri roolien välillä järjestyy ajallisesti.[16]
   f) oppimistoiminnan opetusresurssit (Educational Resources -luetteloruutu): viittaavat mihin tahansa digitaaliseen oppimateriaaliin, jota tyypistä riippuen voidaan käyttää oppimistoiminnan tukena.[16]
3. Oppimistoimintojen välillä voi liikkua nuolipainikkeilla.
4. Kun olet karakterisoinut oppimistoiminnat haluamallasi tavalla, tallenna valintasi ja jatka seuraavaan vaiheeseen napsauttamalla Save and Go to the Next Step -painiketta.

6 PATHWAY ASK Learning Design Toolkit (PATHWAY ASK-LDT) - välineistön toiminnallisuuksien esittely



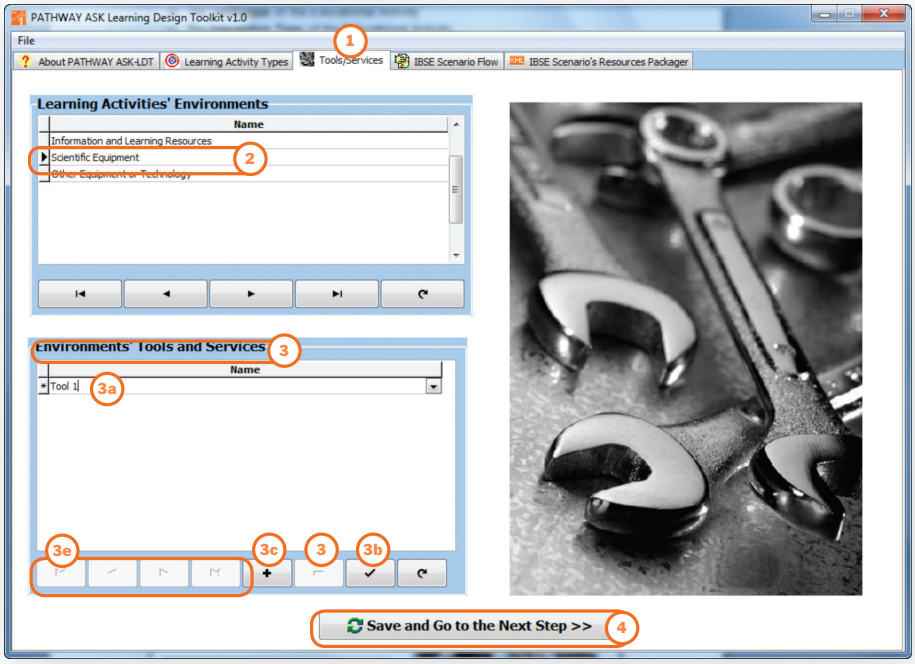
Kuva 15: Valitse tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarioon kuuluva oppimistoiminta, karakterisoi se ja tallenna tekemäsi muutokset

Työkalujen ja palvelujen määritteleminen

Kolmas vaihe (työkalujen ja palvelujen määritteleminen) on valinnainen ja voidaan toteuttaa seuraavasti (ks. Kuva 16):

1. Valitse Tools/Services-välilehti.
2. Valitse oppimistoiminnan ympäristöt kohdassa Learning Activities' Environments annettujen vaihtoehtojen joukosta.
3. Määrittele ympäristön työkalut ja palvelut kohdassa Environments' Tools and Services seuraavasti:
   a) Kirjoita työkalun/palvelun nimi.
   b) Napsauta hyväksymispainiketta.
   c) Napsauta lisäyspainiketta, jos haluat lisätä uusia työkaluja/palveluita.
   d) Napsauta poistopainiketta, jos haluat poistaa yhden tai useamman työkalun/palvelun.
   e) Työkalujen/palvelujen välillä voi liikkua nuolipainikkeilla.
4. Tallenna työkalut/palvelut ja jatka seuraavaan vaiheeseen napsauttamalla Save and Go to the Next Step -painiketta..

6 PATHWAY ASK Learning Design Toolkit (PATHWAY ASK-LDT) - välineistön toiminnallisuuksien esittely



Kuva 16: Määrittele tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen

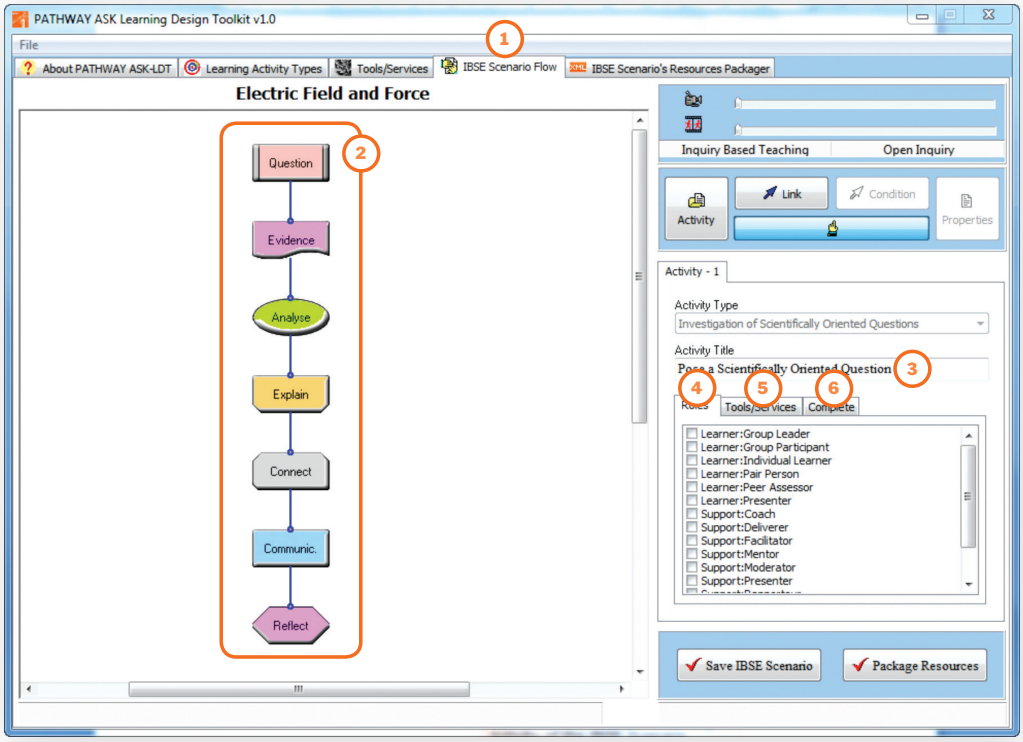
Osallistujaroolien ja työkalujen/palvelujen määritteleminen kullekin oppimistoiminnalle

Neljäs vaihe (osallistujaroolien ja työkalujen/palvelujen määritteleminen kullekin oppimistoiminnalle) on **pakollinen** ja voidaan toteuttaa seuraavasti (ks. Kuva 17):

1. Valitse IBSE Scenario Flow -välilehti.
2. Valitse kaaviosta haluamasi oppimistoiminta ja määrittele siihen liittyvät roolit sekä työkalut/palvelut. Toimenpide tulisi toistaa seitsemän (7) kertaa, jotta kaikki tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion mukaiset oppimistoiminnat tulevat määritellyiksi.
3. Kirjoita Activity Title -kenttään haluamasi teksti tai käytä valmiiksi annettua nimitystä.
4. Valitse Roles-välilehti ja määrittele kuhunkin oppimistoimintaan liittyvät roolit valitsemalla yksi tai useampi vaihtoehto valmiiksi määritettyjen arvojen joukosta.
5. Valitse Tools/Services-välilehti ja määrittele kuhunkin oppimistoimintaan liittyvät työkalut/palvelut valitsemalla yksi tai useampi vaihtoehto valmiiksi määritettyjen arvojen joukosta.
6. Valitse Complete-välilehti ja määritä, koska toiminta päättyy (aikaraja) – valinnainen.
7. Tallenna tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaario napsauttamalla Save IBSE Scenario -painiketta.
8. Siirry pakkausvaiheeseen napsauttamalla Package Resources -painiketta.

Huomautus: Varmista, että olet tallentanut tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion ja siirtynyt pakkausvaiheeseen kyseisiä painikkeita napsauttamalla (Kuva 17, kohdat 7 ja 8). Muussa tapauksessa pakkausvaiheessa luotua zip-tiedostoa ei voi tuoda käytönaikaisiin työkaluihin IMS Learning Design -mallin mukaisessa muodossa.

6 PATHWAY ASK Learning Design Toolkit (PATHWAY ASK-LDT) - välineistön toiminnallisuuksien esittely



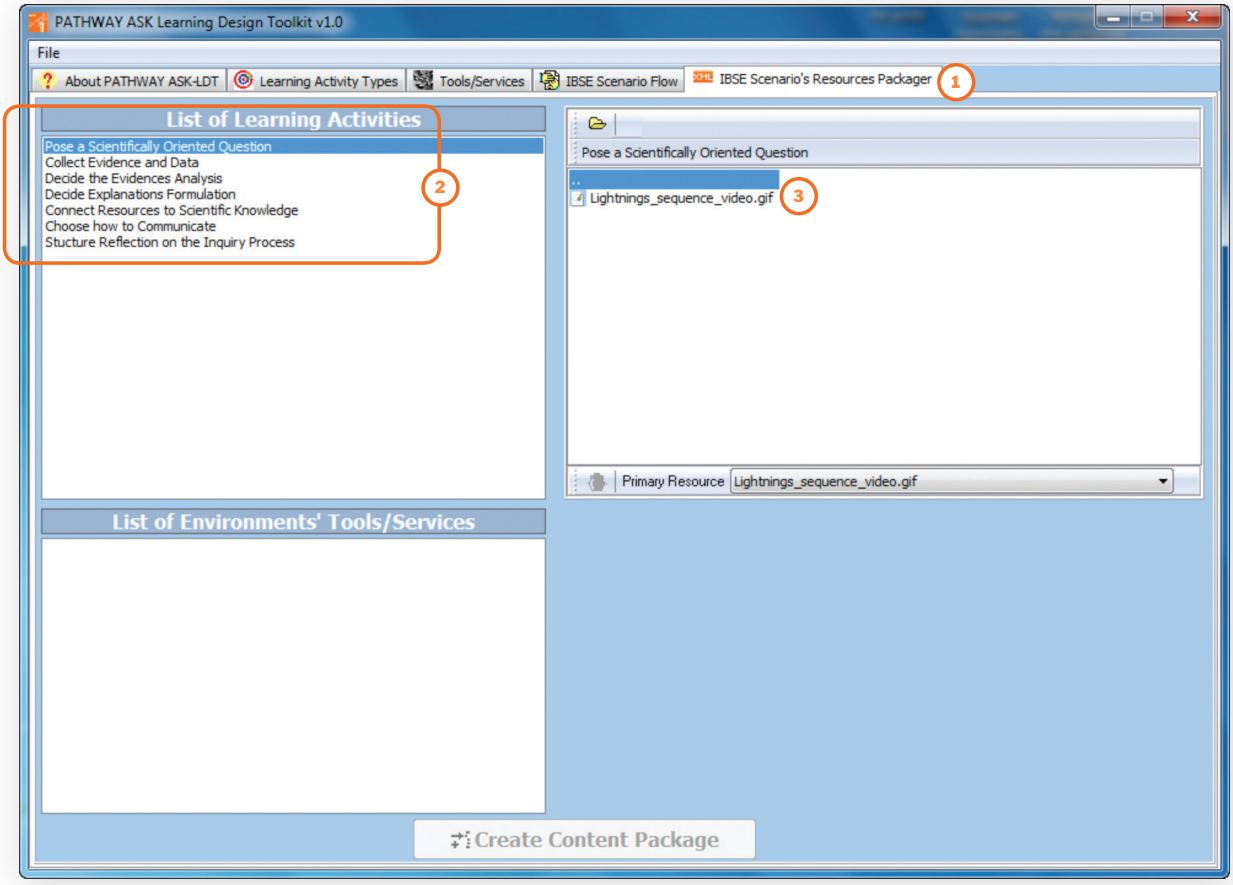
Kuva 17: Määrittele roolit ja työkalut/palvelut kullekin tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion oppimistoiminnalle

6 PATHWAY ASK Learning Design Toolkit (PATHWAY ASK-LDT) - välineistön toiminnallisuuksien esittely

Tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion mukaisessa oppimistoiminnassa tarvittavien opetusresurssien määrittäminen

Viiden vaihe (tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion mukaisessa oppimistoiminnassa tarvittavien opetusresurssien määrittäminen) on pakollinen. Toista seuraavassa luetellut vaiheet jokaisen tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion mukaisen toiminnan osalta (ks. Kuva 18):

1. Valitse IBSE Scenario's Resources Packager -välilehti.
2. Valitse haluamasi oppimistoiminta List of Learning Activities -luettelon vaihtoehtoista.
3. Avaa tiedostonhallinta ja yhdistä haluamasi opetusresurssit valittuun oppimistoimintaan vetämällä ja pudottamalla[1].
4. Valitse liitettyjen resurssien luettelosta valitun toiminnan pääresurssi (Primary Resource).



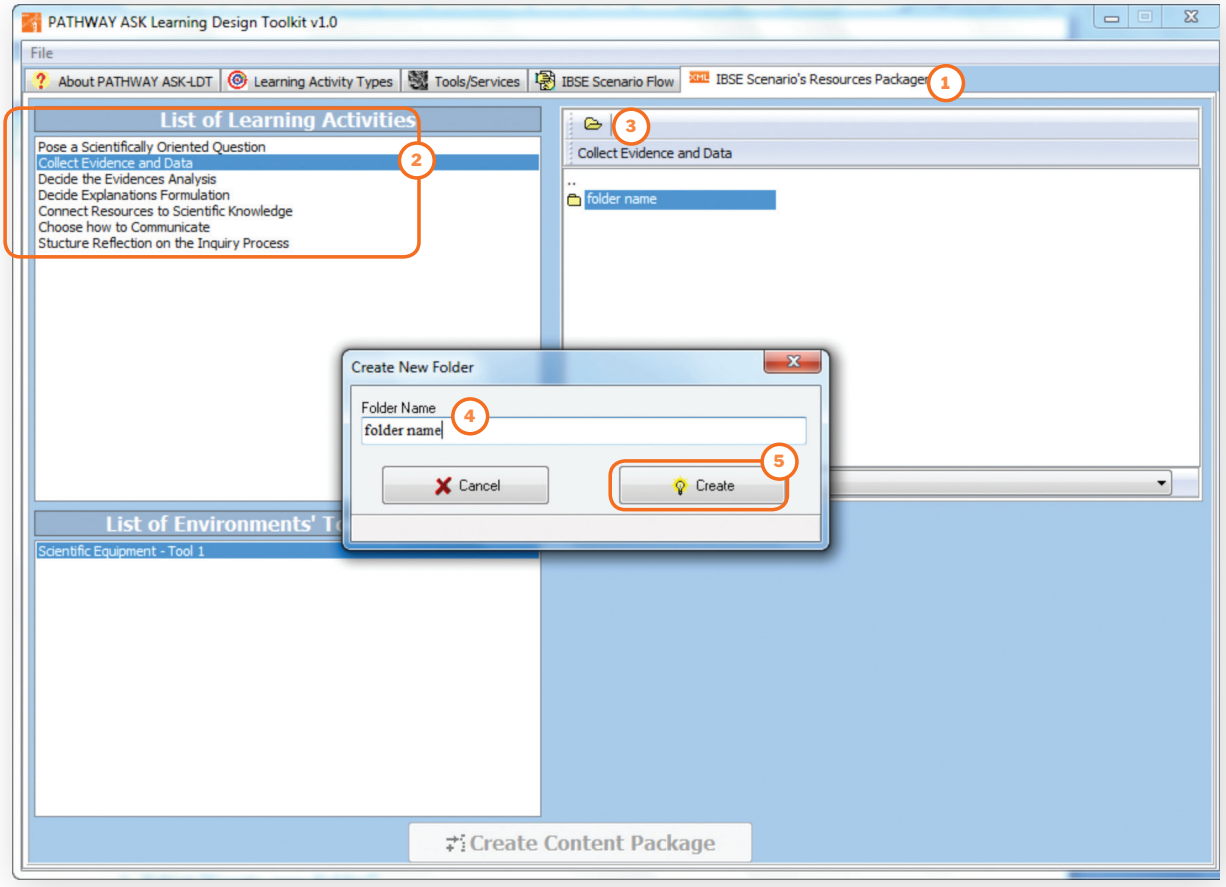
Kuva 18: Määritä kussakin tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion oppimistoiminnassa tarvittavat opetusresurssit

1. Oppimistoimintaan liitettävien opetusresurssien tiedostonimissä tulisi käyttää ainoastaan

6 PATHWAY ASK Learning Design Toolkit (PATHWAY ASK-LDT) - välineistön toiminnallisuuksien esittely

Jos haluat liittää oppimistoimintaan tietyn tiedostokansion (so. html-sivun kuvat sisältävät kansion), toimi seuraavasti (ks. Kuva 19 ja Kuva 20):

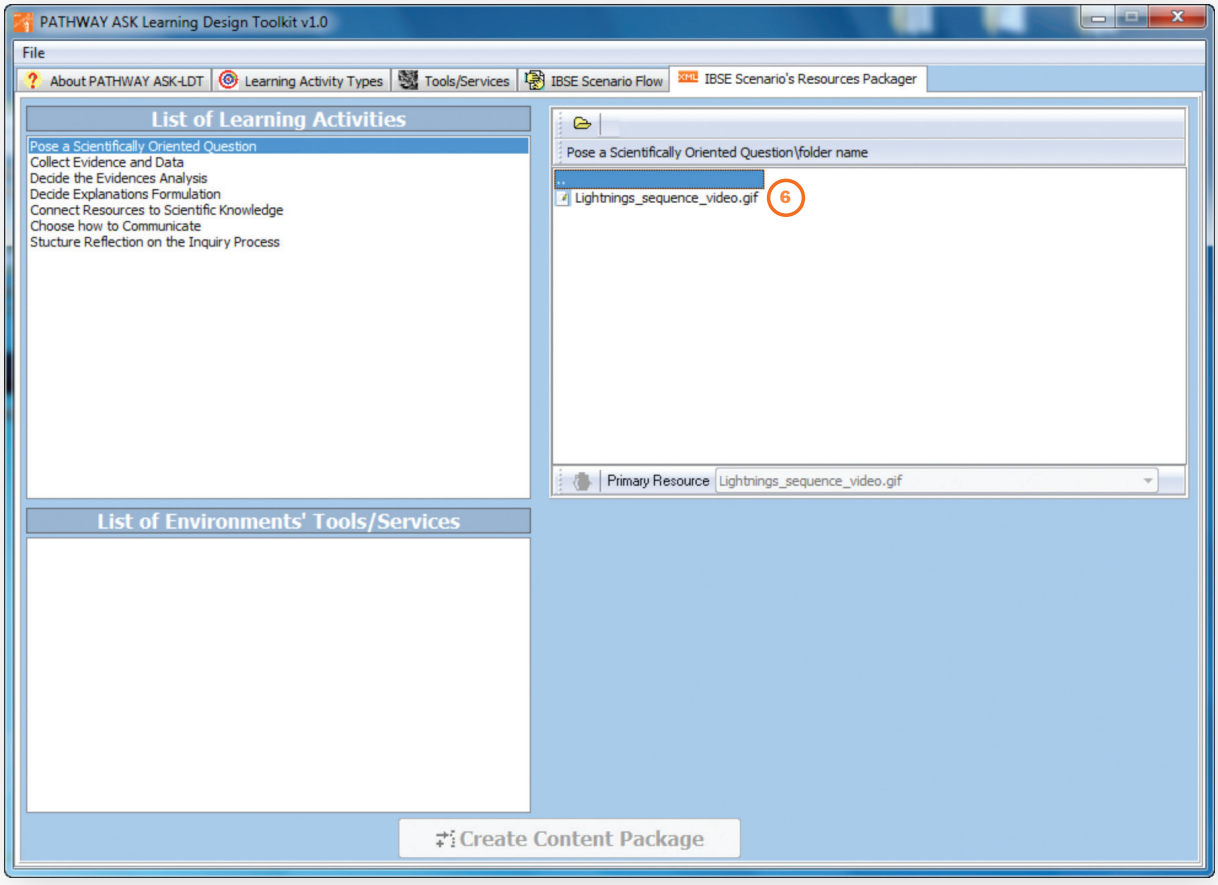
1. Valitse IBSE Scenario's Resources Packager -välilehti.
2. Valitse haluamasi oppimistoiminta List of Learning Activities -luettelon vaihtoehtoista.
3. Napsauta Create New Folder -painiketta
4. Anna kansiolle nimi.
5. Napsauta Create-painiketta
6. Avaa tiedostonhallinta ja yhdistä haluamasi opetusresurssit valittuun oppimistoimintaan vetämällä ja pudottamalla[II].



Kuva 19: Luo kansio oppimistoimintaan liittyville tiedostoille

II. Oppimistoimintaan liitettävien opetusresurssien tiedostonimissä tulisi käyttää ainoastaan latinalaisia aakkosia ilman skandinaavisia merkkejä (a–z, A–Z) sekä numeroita (0–9).

6 PATHWAY ASK Learning Design Toolkit (PATHWAY ASK-LDT) - välineistön toiminnallisuuksien esittely



Kuva 20: Lisää kansioon oppimistoimintaan liittyvä sisältö

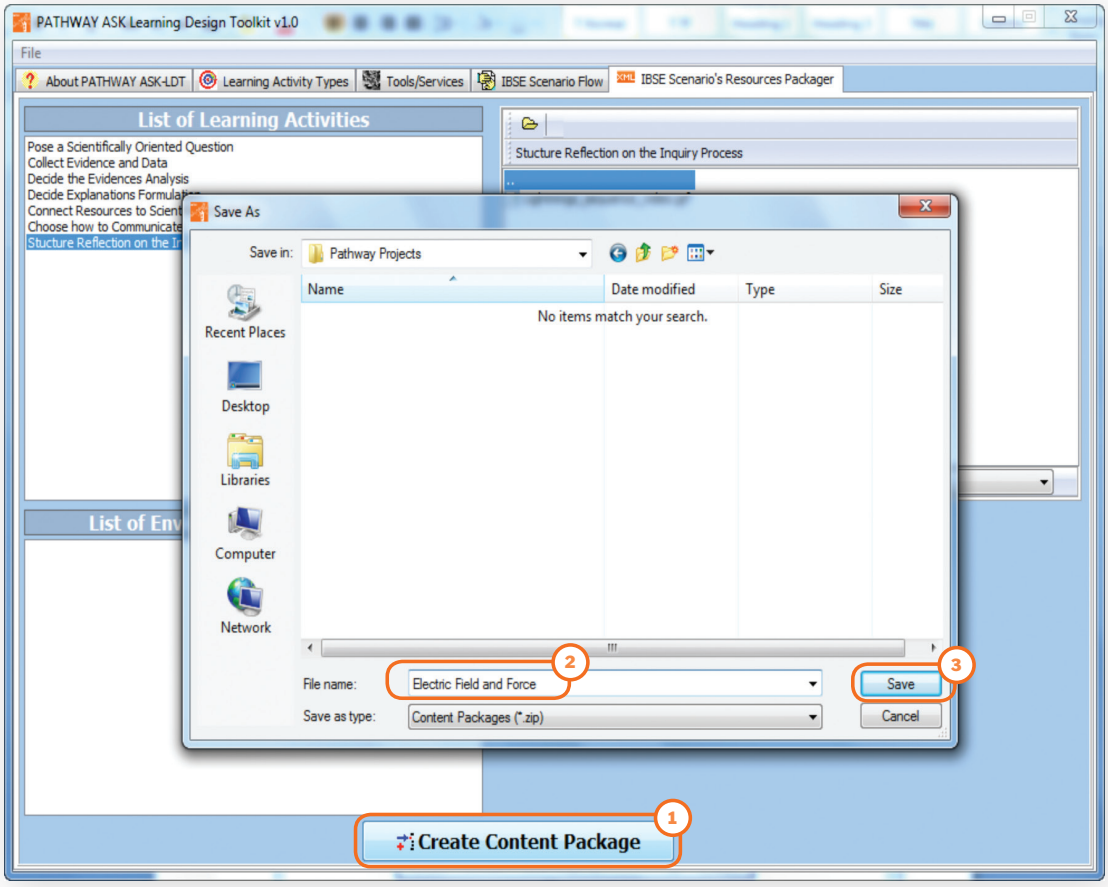
Huomautus: *Jos vetäminen ja pudottaminen ei toimi (näin käy yleensä Windows Vista- ja Windows 7 -käyttöjärjestelmissä), toimi liitteessä 1 annettujen ohjeiden mukaisesti (ks. Liitteet).*

Tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion opetusresurssien pakkaaminen

Kun kaikki tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion mukaisessa oppimistoiminnassa tarvittavat opetusresurssit (ks. Kuva 18) on lisätty, voit tehdä IMS Learning Design -mallin mukaisen paketin toimimalla seuraavasti (ks. Kuva 21):

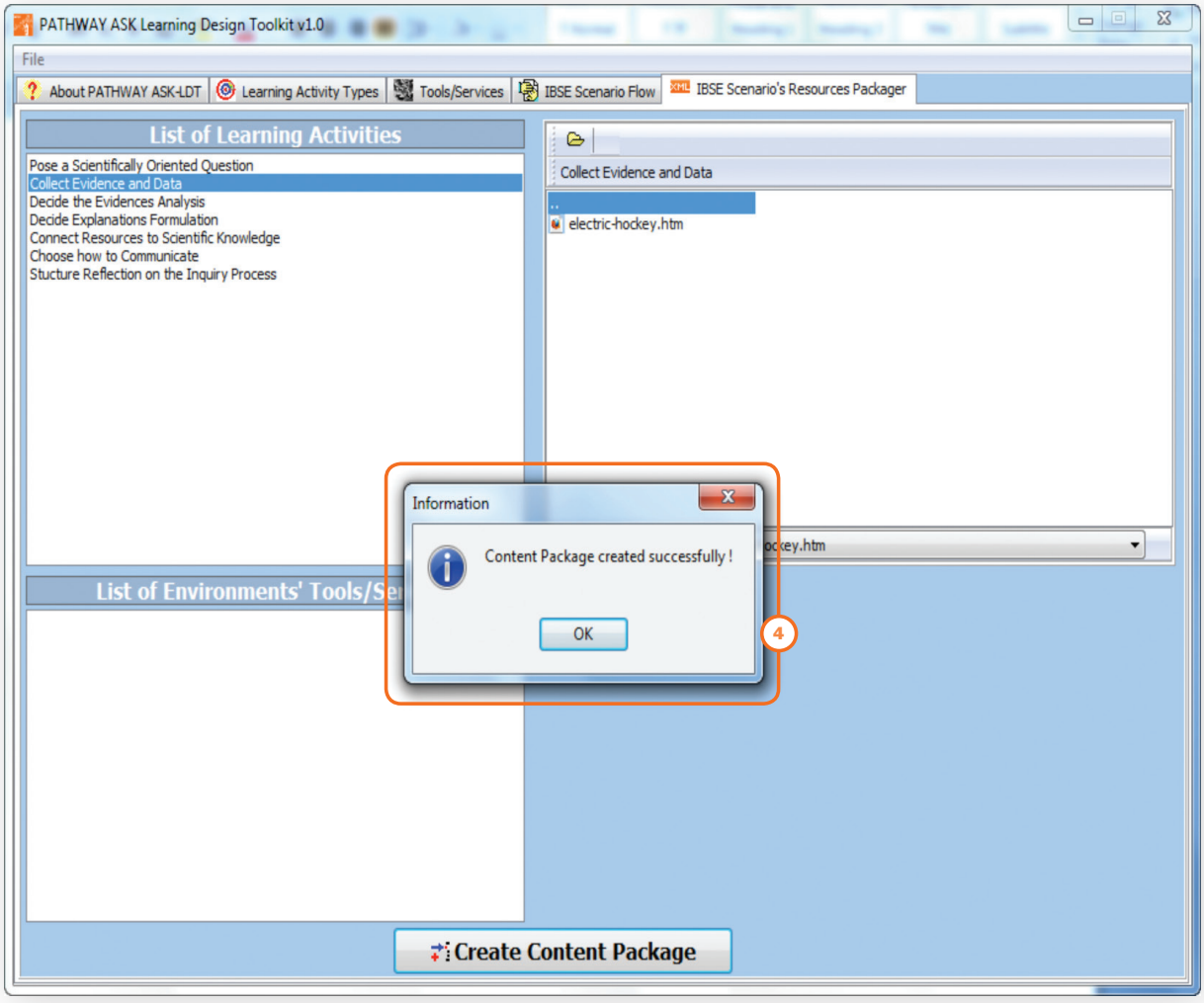
1. Napsauta Create Content Package -painiketta.
2. Anna paketin tallentamiseen käytettävän zip-tiedoston nimi.
3. Tallenna IMS Learning Design -paketti haluamaasi kansioon.

6 PATHWAY ASK Learning Design Toolkit (PATHWAY ASK-LDT) - välineistön toiminnallisuuksien esittely



Kuva 21: IMS Learning Design pakettien

4. Kun IMS Learning Design -paketti on luotu onnistuneesti, näyttöön tulee seuraava viesti: ”Content Package created successfully!” (ks. Kuva 22).



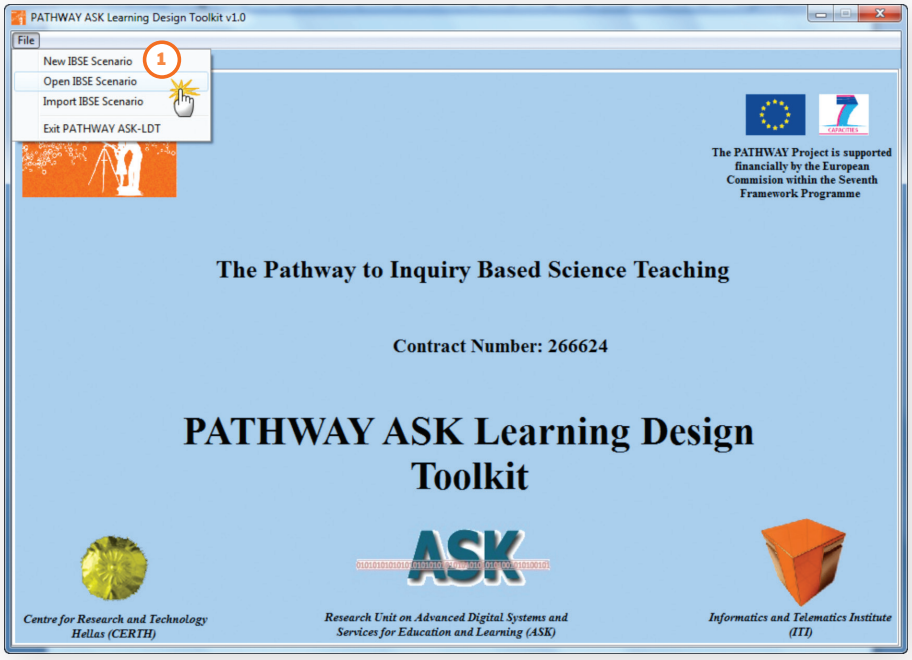
Kuva 22: IMS Learning Design -paketti luotu onnistuneesti

Tallennetun tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion avaaminen

Käyttäjän PATHWAY ASK-LDT:n avulla luomat tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaariot tallentuvat tietovarantoon, josta ne voidaan avata toimimalla seuraavasti:

1. Valitse File-valikosta Open IBSE Scenario (ks. Kuva 23).
2. Valitse käytettävissä olevien tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarioiden luettelosta se skenaario, jonka haluat avata (ks. Kuva 24).
3. Napsauta Open IBSE Scenario - painiketta

6 PATHWAY ASK Learning Design Toolkit (PATHWAY ASK-LDT) - välineistön toiminnallisuuksien esittely



Kuva 23: Valitse File-valikosta Open IBSE Scenario

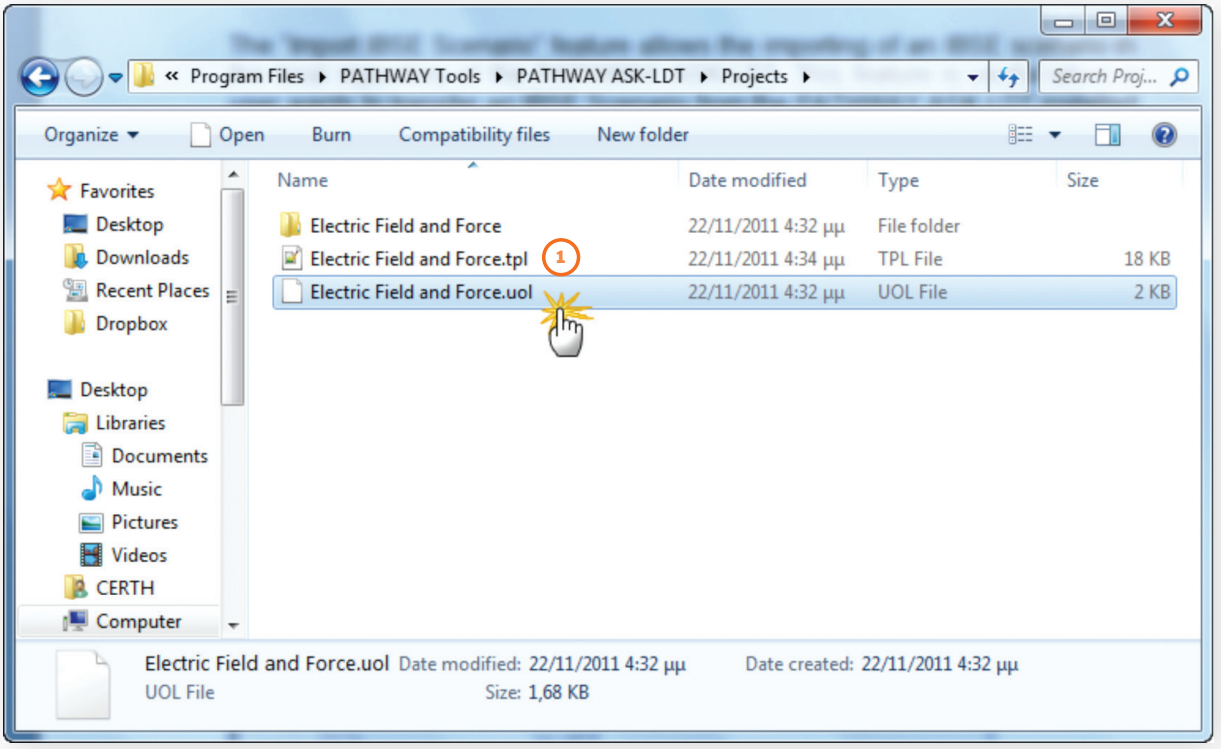
Kuva 24: Valitse skenaario, jonka haluat avata

Tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion tuominen

Import IBSE Scenario -toiminnon avulla voit tuoda haluamasi tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion PATHWAY ASK-LDT:n paikallisesta tietovarannosta. Toiminto on hyödyksi silloin, kun käyttäjä haluaa siirtää tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion yhteen tietokoneeseen asennetusta PATHWAY ASK-LDT:stä toiseen tietokoneeseen asennettuun PATHWAY ASK-LDT:hen.

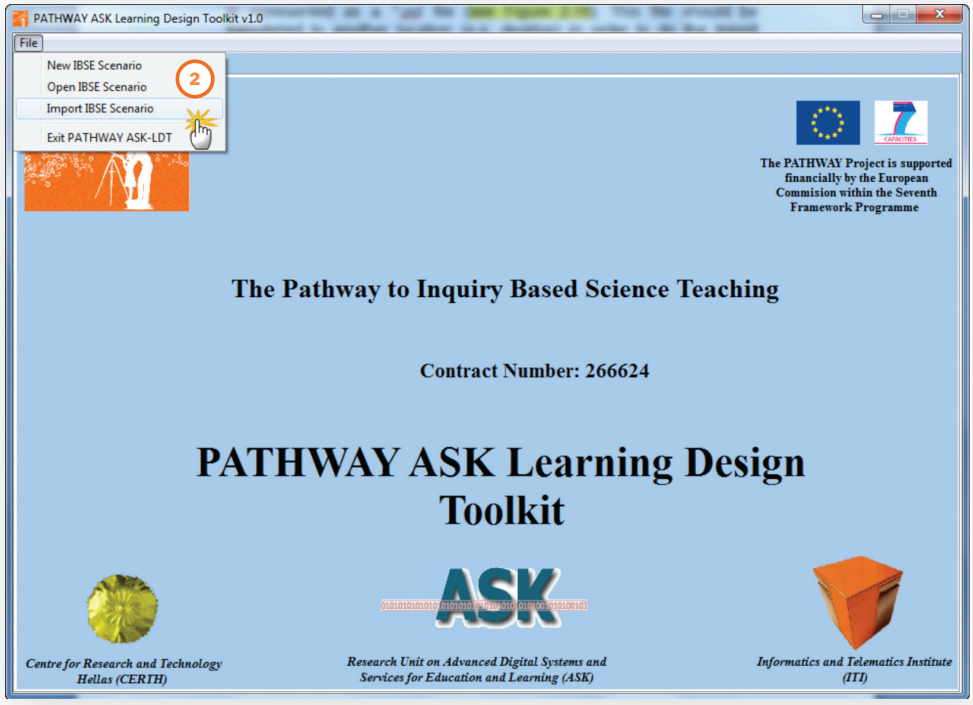
1. Käyttäjä voi valita haluamansa tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion kansiosta C:\Program Files\PATHWAY Tools\PATHWAY ASK-LDT\Projects, jossa se näkyy *.uol-tiedostona (ks. Kuva 25). Tämä tiedosto on syytä siirtää tuontia varten toiseen sijaintiin (esim. työpöydällä olevaan Pathway Projects -kansioon).
2. Valitse File-valikosta Import IBSE Scenario (ks. Kuva 26).
3. Valitse skenaario, jonka haluat tuoda (ks. Kuva 27).
4. Napsauta Open-painiketta.
5. Kun tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaario on tuotu onnistuneesti, näyttöön tulee seuraava viesti: ”The Scenario imported successfully!!” (ks. Kuva 28).

Huomautus: *Jos tiedostot eivät näy PATHWAY ASK-LTD:n Project-kansiossa (näin käy yleensä Windows Vista- ja Windows 7 -käyttöjärjestelmissä), toimi liitteessä 1 annettujen ohjeiden mukaisesti (ks. Liitteet).*

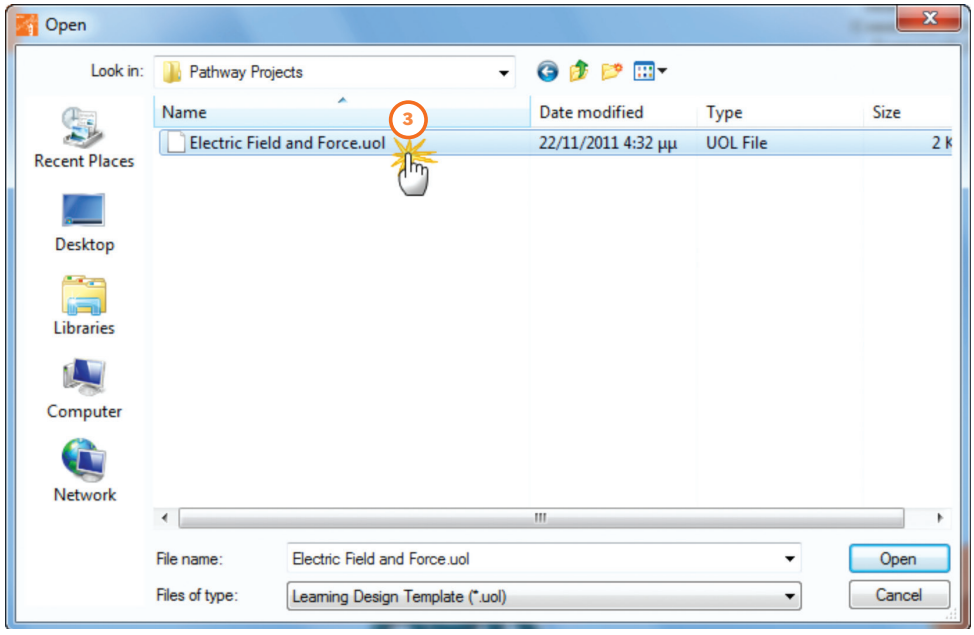


Kuva 25: Valitse siirrettävä tutkimuspohjaisen

6 PATHWAY ASK Learning Design Toolkit (PATHWAY ASK-LDT) - välineistön toiminnallisuuksien esittely



Kuva 26: Valitse File-valikosta Import IBSE Scenario



Kuva 27: Valitse tuotava tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaario

6 PATHWAY ASK Learning Design Toolkit (PATHWAY ASK-LDT) - välineistön toiminnallisuuksien esittely

Kuva 28: Vahvistusviesti, joka tulee näyttöön, kun tuonti on suoritettu

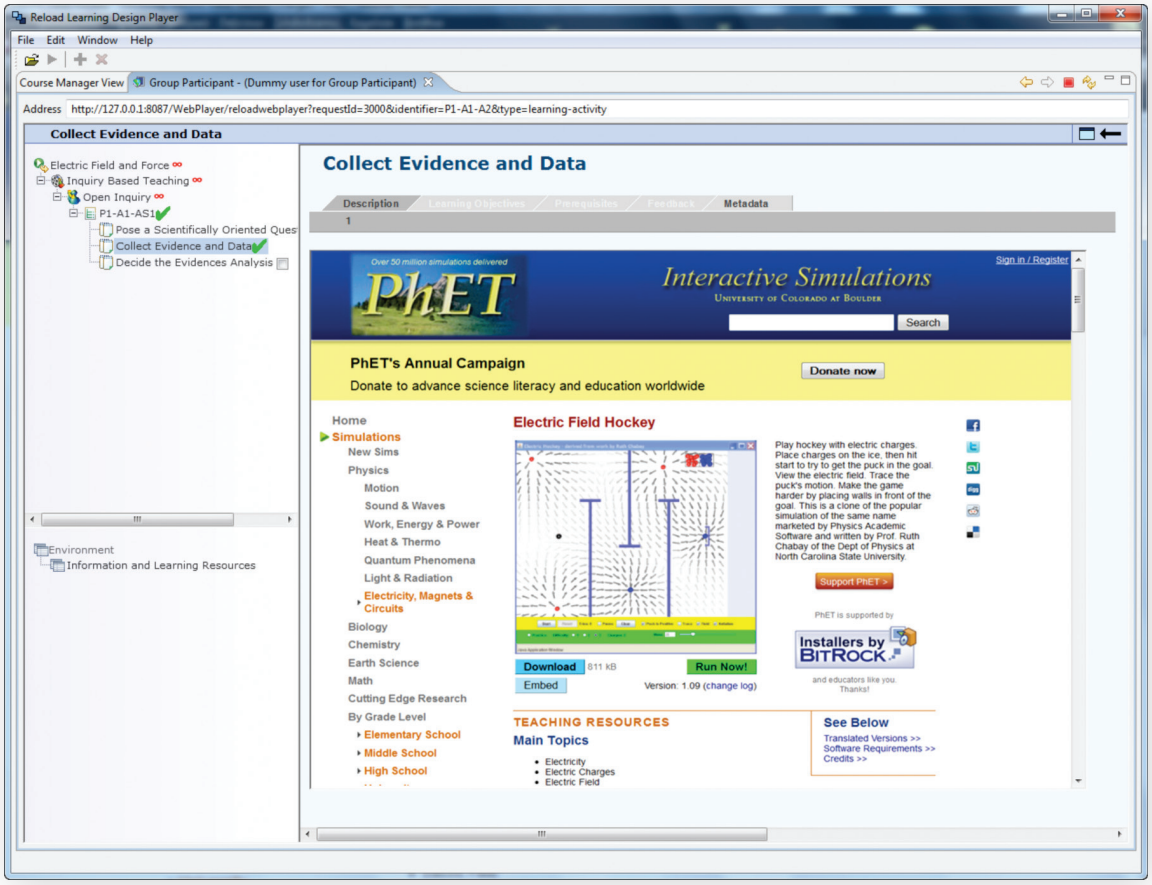
Tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion käyttäminen opetuksen suunnitteluun tarkoitetulla katseluohjelmalla

Kehitetty tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaario (ks. Kuva 21) voidaan suorittaa opetuksen suunnitteluun tarkoitetulla katseluohjelmalla, joka on IMS Learning Design -mallin mukainen. Esimerkki tällaisesta käytönaikeisesta työkalusta on Reload Learning Design Player [III] -ohjelma. Jos haluat avataa PATHWAY ASK-LDT:n avulla toteutetun tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion Reload Learning Design Player -ohjelmalla, toimi seuraavasti:

1. *Asenna ja avaa Reload Learning Design Player.*
2. *Tuo PATHWAY ASK-LDT:n avulla luotu sisältöpaketti valitsemalla File-valikosta Import-toiminto.*
3. *Valitse Course Manager View -näytöstä asianomainen rooli, paina hiiren kakkospainiketta ja valitse Play.*
4. *Selaa tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion oppimistoimintoja ja esikatsele opetussisältö.*

III. http://www.reload.ac.uk

6 PATHWAY ASK Learning Design Toolkit (PATHWAY ASK-LDT) - välineistön toiminnallisuuksien esittely



Kuva 29: Tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion esikatselu

7.

Havaintoesimerkkejä tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarioiden suunnittelemisesta

*7. Havaintoesimerkkejä tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarioiden suunnittelemisesta

Tässä luvussa käydään läpi kaksi (2) esimerkkiä PATHWAY ASK-LDT:n avulla luoduista tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarioista. Ensimmäisen skenaarion nimi on ”Ääni ja valo – mekaaniset ja sähkömagneettiset aallot” ja toisen ”Sähkömagneettinen spektri”. Kummankin skenaarion toteuttamisessa tarvittavat opetusresurssit on noudettu OpenScienceResources-portaalista (*http://www.osrportal.eu/*).

Tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaario: Ääni ja valo – mekaaniset ja sähkömagneettiset aallot

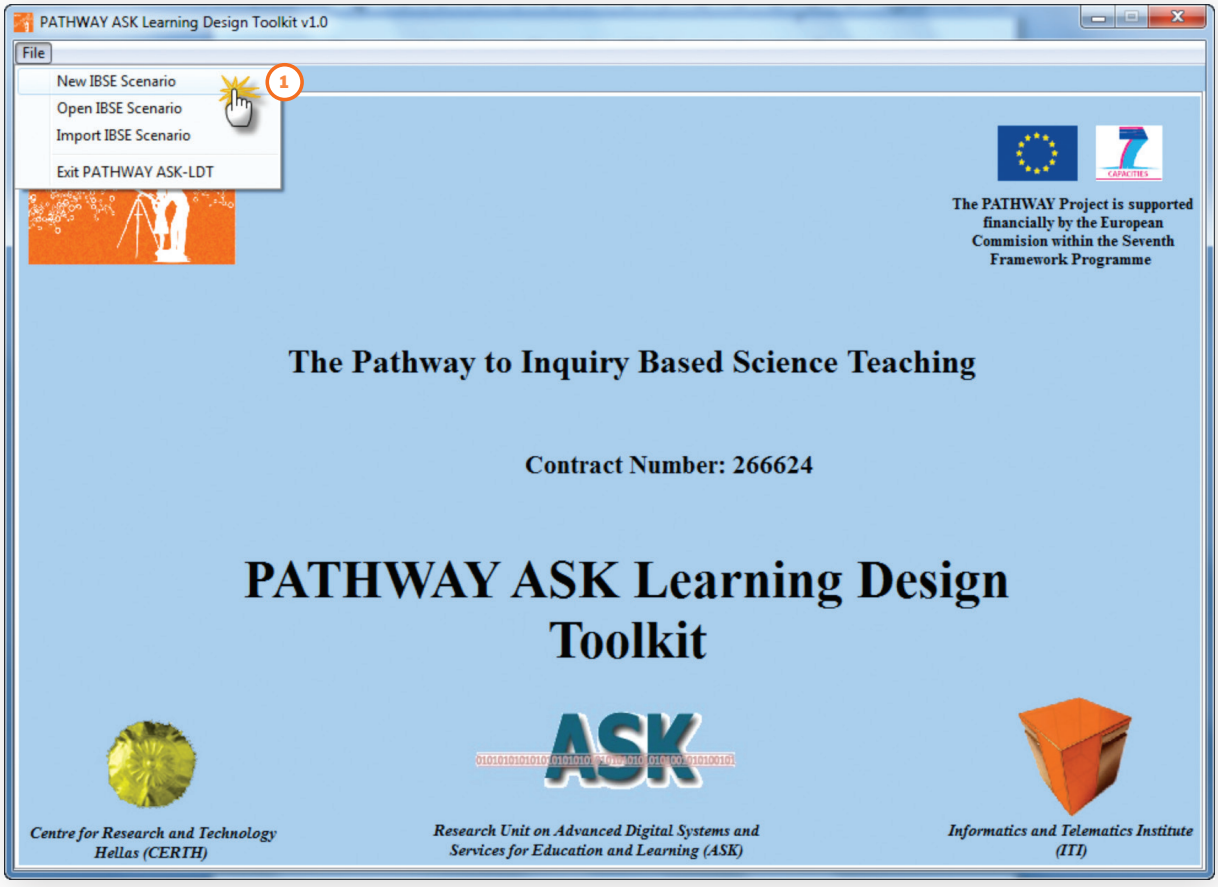
Alla tarkastellaan esimerkkiä PATHWAY ASK-LDT:n avulla luodusta ohjatusta tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaariosta. Tarkastelua havainnollistavat PATHWAY ASK-LDT -toteutuksesta otetut näyttökuvat. Tarkasteltavan tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion nimi on ”Ääni ja valo – mekaaniset ja sähkömagneettiset aallot”.

Taulukko 4: *Kuvaus Ääni ja valo – mekaaniset ja sähkömagneettiset aallot -nimisen tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion mukaisesta oppimistoiminnasta*

Ääni ja valo – mekaaniset ja sähkömagneettiset aallot	
VAIHE 1: KYSYMYKSENASETTELU – TIETEELLISLUONTOISTEN ONGELMIEN ASETTAMINEN	JONKIN ESITETYN TIETEELLISLUONTOISEN ONGELMAN VALITSEMINEN TUTKIMUSKOHTEEKSI Oppilaat valitsevat tutkittavaksi tieteellisluontoisen ongelman opettajan antamien vaihtoehtojen joukosta. Esimerkkejä: *”Millaisia aaltoja on olemassa?”* *”Kuinka aallot etenevät?”* *”Mikä kuljettaa aaltoja?”*
VAIHE 2: AINEISTO – NÄYTÖN ASETTAMINEN ENSISIJALLE	TUTKIMUSAINEISTON VALITSEMINEN ANNETUN NÄYTÖN JA AINEISTON JOUKOSTA Oppilaat valitsevat tutkimusaineiston annetun näytön/aineiston joukosta. He asettavat etusijalle aineiston, joka mahdollistaa asetettuihin tieteellisluontoisiin ongelmiin sopivien selitysten laatimisen.
VAIHE 3: ANALYYSI – AINEISTON ANALYSOIMINEN	AINEISTON ANALYSOINTITAVAN VALITSEMINEN ANNETTUJEN VAIHTOEHTOJEN JOUKOSTA Oppilaat valitsevat (opettajan antamien) vaihtoehtojen joukosta haluamansa tavan analysoida aineistoa ja selittävät edellisen oppimistoiminnan aikana löytämänsä tieteelliset termit.
VAIHE 4: SELITTÄMINEN – SELITYSTEN MUOTOILEMINEN	SELITYSTAVAN VALITSEMINEN ANNETTUJEN VAIHTOEHTOJEN JOUKOSTA Oppilaat valitsevat opettajan antaman ohjelman selitysten muotoilemisen ja arvioimisen välineeksi voidakseen vastata asetettuihin tieteellisluontoisiin ongelmiin.
VAIHE 5: YHDISTELY – YHTEYKSIEN LÖYTÄMINEN SELITYKSILLE	OHJEIDEN SAAMINEN YHTEYKSIEN LÖYTÄMISEKSI LÄHTEIDEN JA TIETEELLISEN TIEDON VÄLILLE Opettaja ohjaa oppilaita vaihtoehtoisten lähteiden pariin ja selittää heille, kuinka ne voidaan yhdistää tieteelliseen tietoon.
VAIHE 6: ESITTELY – TULOSTEN ESITTELY JA PERUSTELU	OHJEIDEN SAAMINEN ESITYS- JA PERUSTELUTAVAN VALITSEMISEKSI Oppilaat saavat opettajalta konkreettista ohjeistusta siihen, kuinka esitellä näkökulmansa aiheeseen ja keskustella niistä.
VAIHE 7: POHDINTA – TUTKIMUSPROSESSIN POHDINTA	OHJEIDEN SAAMINEN TUTKIMUSPROSESSIA KOSKEVIEN POHDINTOJEN JÄSENTELYYN Oppilaat saavat opettajalta konkreettista ohjeistusta siihen, kuinka tutkimus- ja oppimisprosessia koskevat pohdinnat kannattaa jäsennellä.

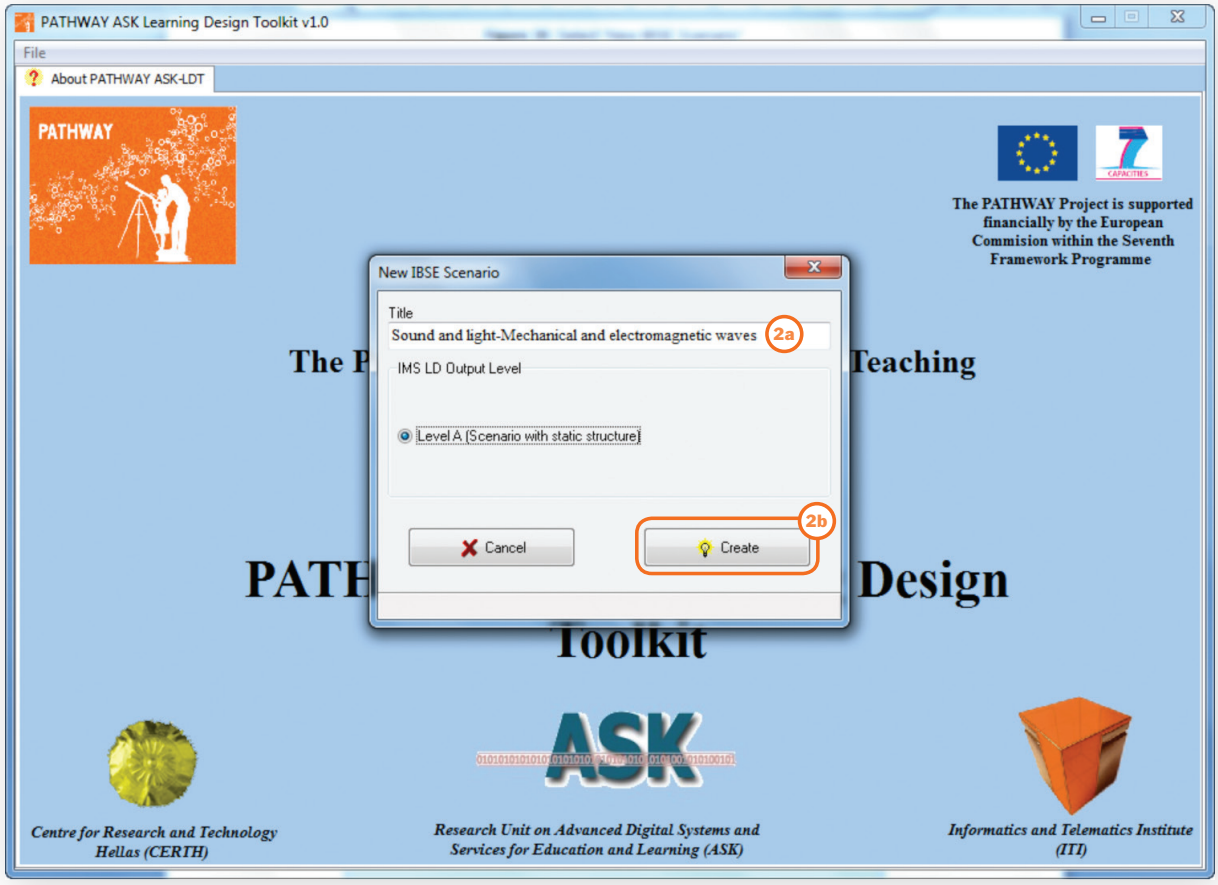
7 Havaintoesimerkkejä tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarioiden suunnittelemisesta

1. *Valitse File-valikosta New IBSE Scenario (ks. Kuva 30).*
2. *Kirjoita Title-ruutuun haluamasi nimi luomallesi tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaariolle (ks. Kuva 31).*
   a) *Anna kyseisen tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion nimi eli "Ääni ja valo – mekaaniset ja sähkömagneettiset aallot" (engl. "Sound and light – Mechanical and electromagnetic waves").*
   b) *Napsauta Create-painiketta.*



Kuva 30: Valitse New IBSE Scenario

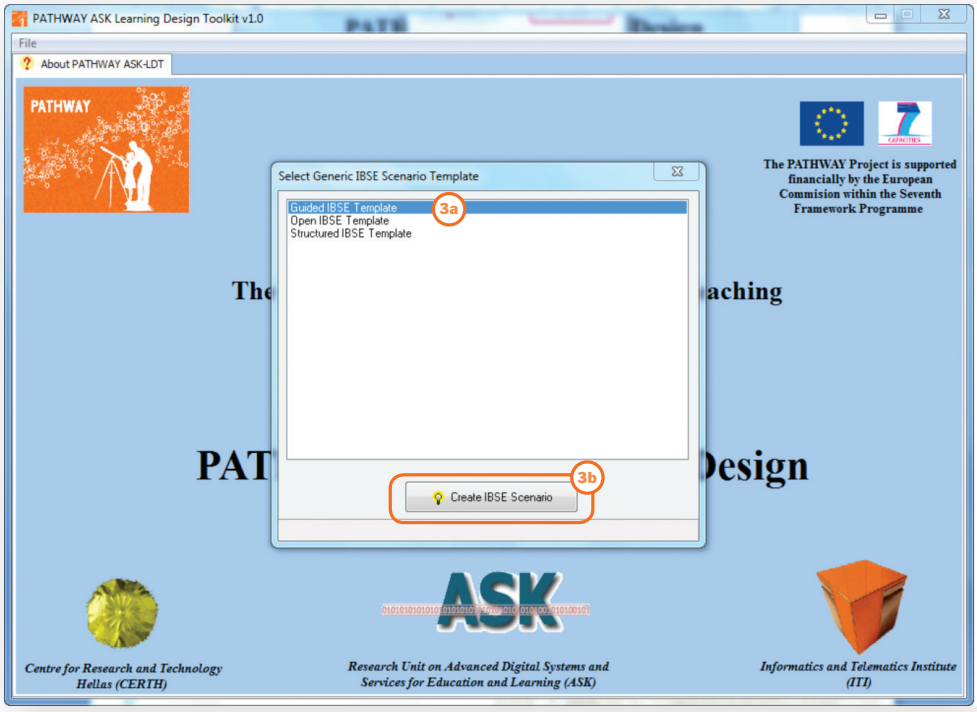
7 Havaintoesimerkkejä tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarioiden suunnittelemisesta



Kuva 31: Kirjoita Title-ruutuun skenaarion nimi

7 Havaintoesimerkkejä tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarioiden suunnittelemisesta

3. *Valitse se tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaario, johon luomasi uusi skenaario perustuu (ks. Kuva 32).*
   a) *Valitse käytettävissä olevien tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarioiden luettelosta ohjattu tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen yleinen skenaario.*
   b) *Napsauta Create IBSE Scenario -painiketta.*



Kuva 32: Valitse pohjaksi Guided IBSE -skenaario

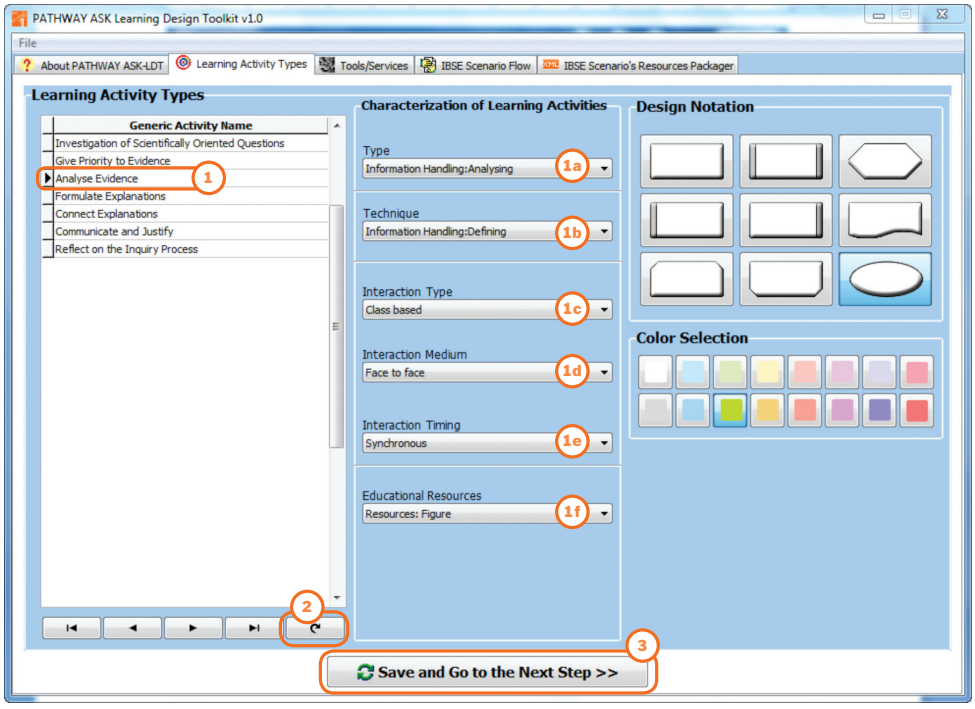
Toista seuraavassa luetellut vaiheet jokaisen ko. tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion mukaisen toiminnan osalta (valinnainen) (ks. Kuva 33).

1. *Karakterisoi kutakin kyseisen tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion mukaista oppimistoimintaa määrittämällä*
   a) *oppimistoiminnan tyyppi (**Type**-luetteloruutu) eli tässä Information Handling: Analysing*
   b) *oppimistoiminnan tekniikka (**Technique**-luetteloruutu) eli tässä Information Handling: Defining*
   c) *oppimistoiminnan vuorovaikutustyyppi (**Interaction Type** -luetteloruutu) eli tässä Class Based*
   d) *oppimistoiminnan vuorovaikutuskanava (**Interaction Medium** -luetteloruutu) eli tässä Face to face*
   e) *oppimistoiminnan vuorovaikutuksen ajoitus (**Interaction Timing** -luetteloruutu) eli tässä Synchronous*
   f) *oppimistoiminnan opetusresurssit (**Educational Resources** -luetteloruutu) eli tässä Figure*
2. *Pääset seuraavaan oppimistoimintaan nuolinäppäimellä.*

Kun olet toistanut nämä vaiheet jokaisen ko. tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion mukaisen oppimistoiminnan osalta:

3. *Jatka seuraavaan vaiheeseen napsauttamalla Save and Go to the Next Step -painiketta.*

7 Havaintoesimerkkejä tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarioiden suunnittelemisesta

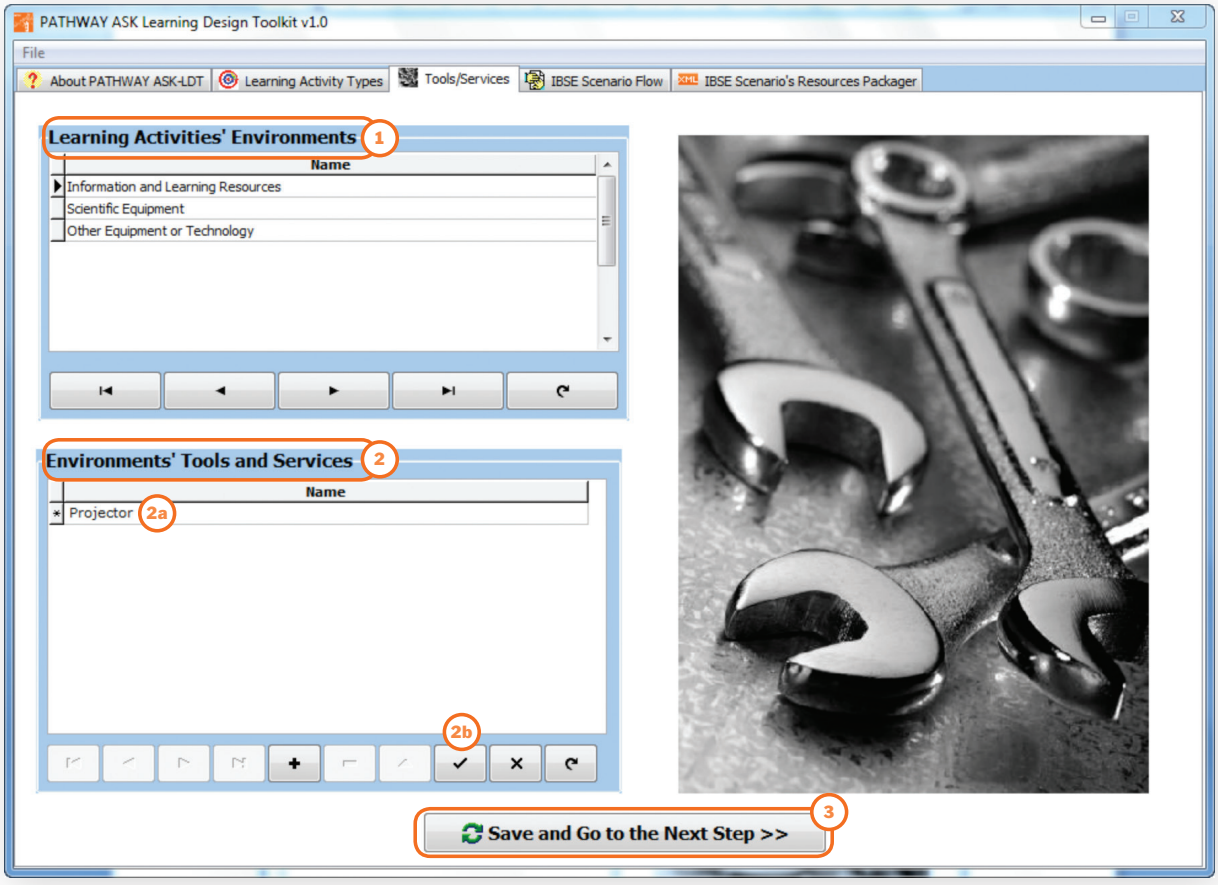


Kuva 33: Karakterisoi Ääni ja valo – mekaaniset ja sähkömagneettiset aallot -skenaarion oppimistoimintoja

7 Havaintoesimerkkejä tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarioiden suunnittelemisesta

Valitse Tools/Services-välilehti ja määritä oppimistoimintojen ympäristöt ja ympäristöjen työkalut ja palvelut toimimalla seuraavasti (ks. Kuva 34).

1. äärittele oppimistoimintojen ympäristöt eli tässä Information and Learning Resources.
2. Määrittele ympäristöjen työkalut ja palvelut kohdassa Environments' Tools and Services seuraavasti:
   a) Kirjoita työkalun/palvelun nimi eli tässä Projector.
   b) Napsauta hyväksymispainiketta.
3. Tallenna työkalut/palvelut ja jatka seuraavaan vaiheeseen napsauttamalla Save and Go to the Next Step -painiketta.



Kuva 34: Määrittele Ääni ja valo – mekaaniset ja sähkömagneettiset aallot -skenaarion työkalut ja palvelut.

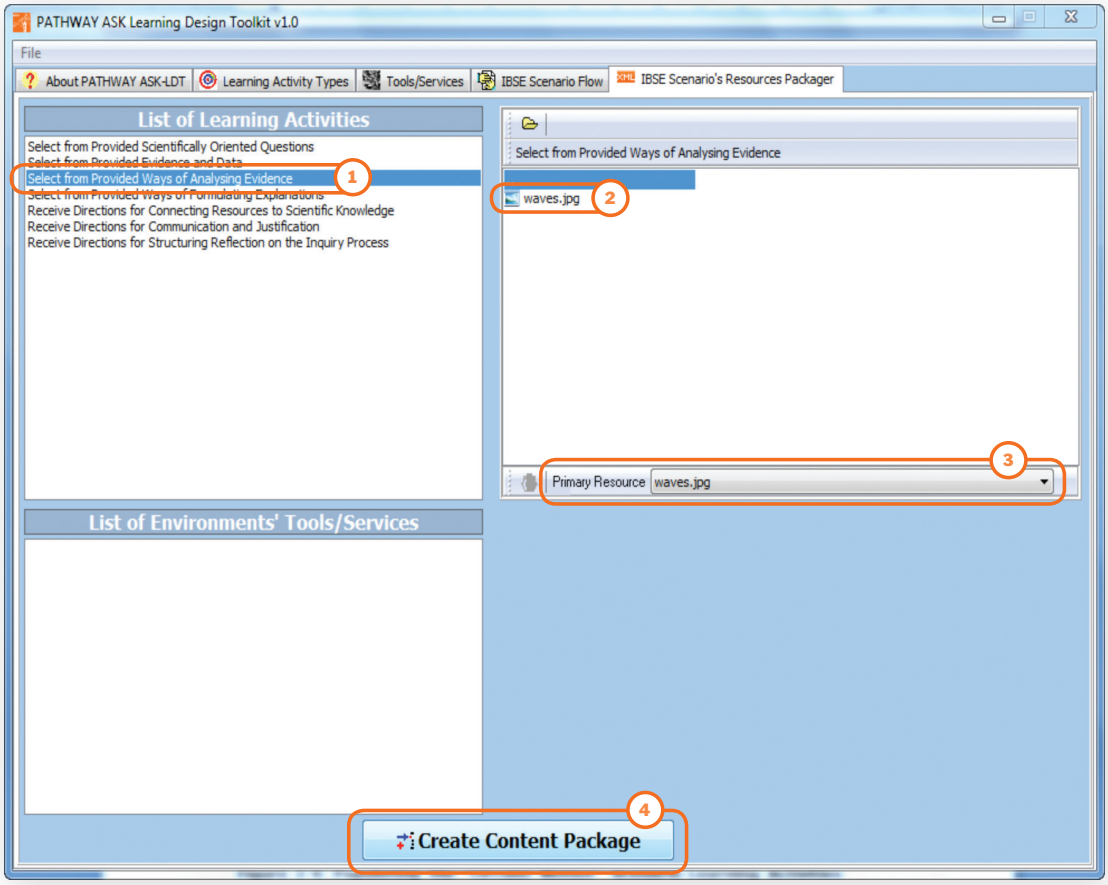
7 Havaintoesimerkkejä tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarioiden suunnittelemisesta

Toista seuraavassa luetellut vaiheet jokaisen ko. tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion mukaisen toiminnan osalta (ks. Kuva 35):

1. Valitse haluamasi oppimistoiminta List of Learning Activities -luettelon vaihtoehtoista.
2. Avaa tiedostonhallinta ja yhdistä haluamasi opetusresurssit valittuun oppimistoimintaan vetämällä ja pudottamalla.
3. Valitse liitettyjen resurssien luettelosta valitun oppimistoiminnan pääresurssi (Primary Resource).

Kun olet toistanut nämä vaiheet jokaisen oppimistoiminnan osalta:

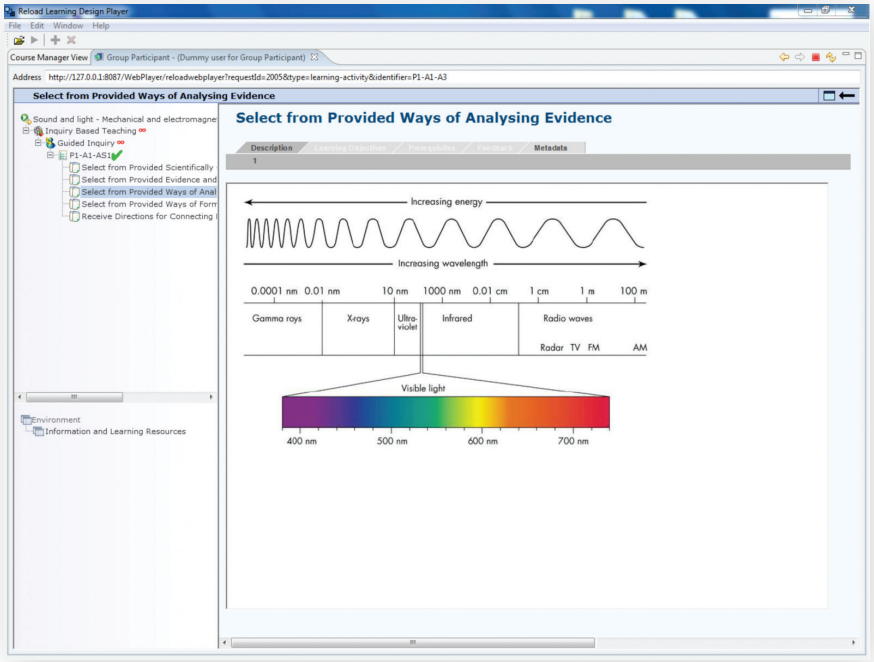
4. Napsauta Create Content Package -painiketta (ks. Kuva 35).



Kuva 35: Ääni ja valo – mekaaniset ja sähkömagneettiset aallot -skenaarion oppimistoimintojen täydentäminen opetussisällöllä

7 Havaintoesimerkkejä tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarioiden suunnittelemisesta

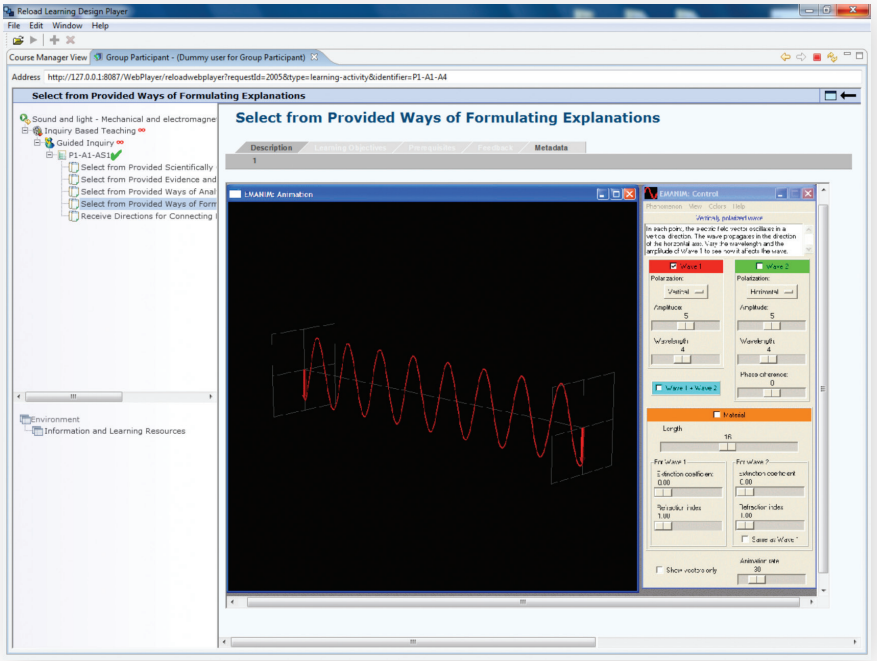
In Figure 36, Figure 37 and Figure 38 the IBSE Scenario “Sound and light - Mechanical and electromagnetic waves” is presented through the use of “Reload Learning Design Player”.



Kuva 36: Tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaario nimeltä ”Ääni ja valo – mekaaniset ja sähkömagneettiset aallot”, joka perustuu ohjattuun tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen yleiseen skenaarioon

Kuva 37: Videon valitseminen annettujen aineistovaihtoehtojen joukosta asetettuihin tieteellisluontoisiin ongelmiin vastaamiseksi

7 Havaintoesimerkkejä tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarioiden suunnittelemisesta



Kuva 38: Ohjelman valitseminen asetettuja tieteellisluontoisia ongelmia koskevien selitysten muotoilemiseksi ja arvioimiseksi.

7 Havaintoesimerkkejä tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarioiden suunnittelemisesta

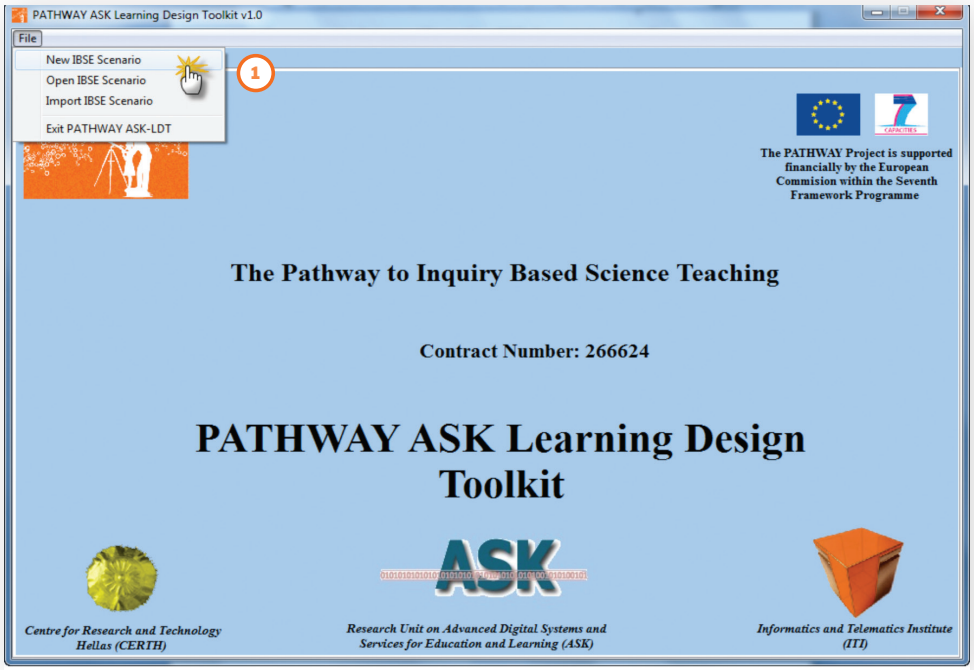
Tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaario: Sähkömagneettinen spektri

Seuraavassa tarkastellaan esimerkkiä PATHWAY ASK-LDT:n avulla luodusta strukturoidusta tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaariosta. Tarkastelua havainnollistavat PATHWAY ASK-LDT -toteutuksesta otetut näyttökuvat. Tarkasteltavan tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion nimi on ”Sähkömagneettinen spektri”.

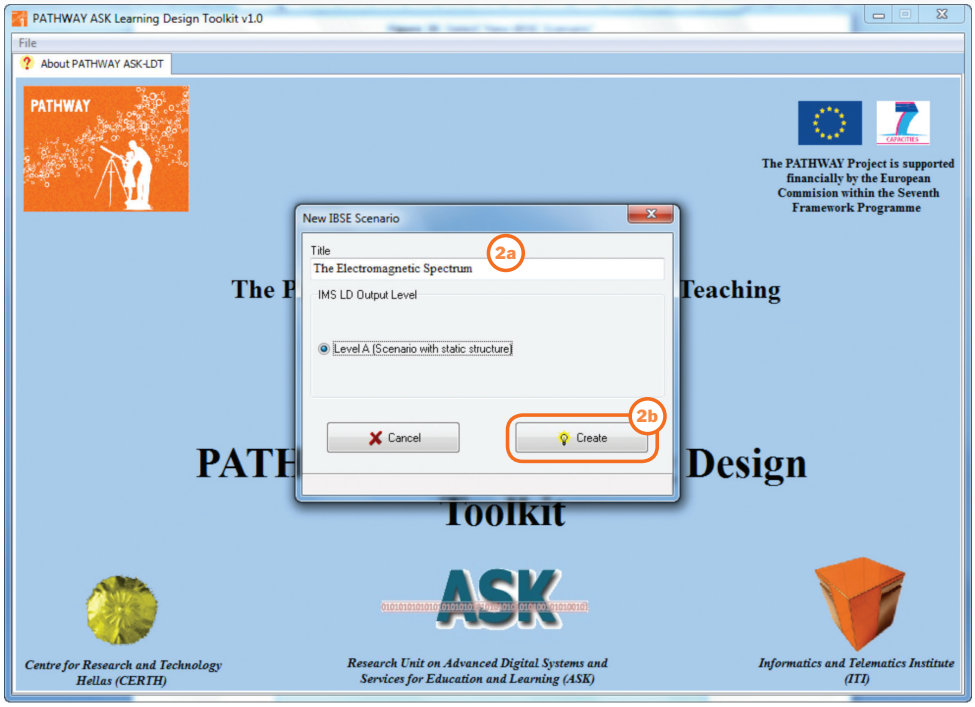
Table 5: *Kuvaus Sähkömagneettinen spektri -nimisen tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion mukaisesta oppimistoiminnasta*

Sähkömagneettinen spektri	
VAIHE 1: KYSYMYKSENASETTELU – TIETEELLISLUONTOISTEN ONGELMIEN ASETTAMINEN	TIETEELLISLUONTOISTEN ONGELMIEN ANTAMINEN POHDITTAVAKSI Opettaja antaa oppilaiden pohdittavaksi tieteellisluontoisen ongelman. Esimerkkejä: *”Kätkeytyykö luontoon enemmän kuin mitä paljain silmin voi nähdä?”* *”Miksi emme pysty näkemään kaikkea, mitä ympärillämme on?”* *”Onko olemassa keinoja esittää se, mitä silmämme eivät havaitse?”*
VAIHE 2: AINEISTO – NÄYTÖN ASETTAMINEN ENSISIJALLE	AINEISTON OSOITTAMINEN Opettaja antaa oppilaiden tutkittavaksi aineiston, joka mahdollistaa asetettuihin tieteellisluontoisiin ongelmiin sopivien selitysten laatimisen.
VAIHE 3: ANALYYSI – AINEISTON ANALYSOIMINEN	AINEISTON ANALYSOINTITAVAN OSOITTAMINEN Opettaja opastaa oppilaita aineiston analysoinnissa ja edellisen oppimistoiminnan aikana löydettyjen tieteellisten termien selittämisessä.
VAIHE 4: SELITTÄMINEN – SELITYSTEN MUOTOILEMINEN	SELITYSTAVAN OSOITTAMINEN Opettaja antaa oppilaille esimerkkejä ja lisätietoja tavoista muotoilla ja arvioida selityksiä, jotta asetettuun tieteellisluontoiseen ongelmaan pystytään vastaamaan.
VAIHE 5: YHDISTELY – YHTEYKSIEN LÖYTÄMINEN SELITYKSILLE	LÄHTEIDEN OSOITTAMINEN JA YHTEYKSIEN NÄYTTÄMINEN TIETEELLISEEN TIETOON Opettaja osoittaa oppilaille vaihtoehtoisia lähteitä ja selittää heille, kuinka ne liittyvät tieteelliseen tietoon.
VAIHE 6: ESITTELY – TULOSTEN ESITTELY JA PERUSTELU	VAIHEITTAISET OHJEET TULOSTEN ESITTELYÄ JA PERUSTELUA VARTEN Oppilaat saavat opettajalta tarkat ohjeet siihen, kuinka esitellä näkökulmansa aiheeseen ja keskustella niistä.
VAIHE 7: POHDINTA – TUTKIMUSPROSESSIN POHDINTA	JÄSENNELTYJEN PUITTEIDEN TARJOAMINEN TUTKIMUSPROSESSIA KOSKEVIIN POHDINTOIHIN Oppilaat saavat opettajalta jäsennellyt puitteet tutkimus- ja oppimisprosessia koskeviin pohdintoihin.

1. Valitse File-valikosta New IBSE Scenario (ks. Kuva 39).



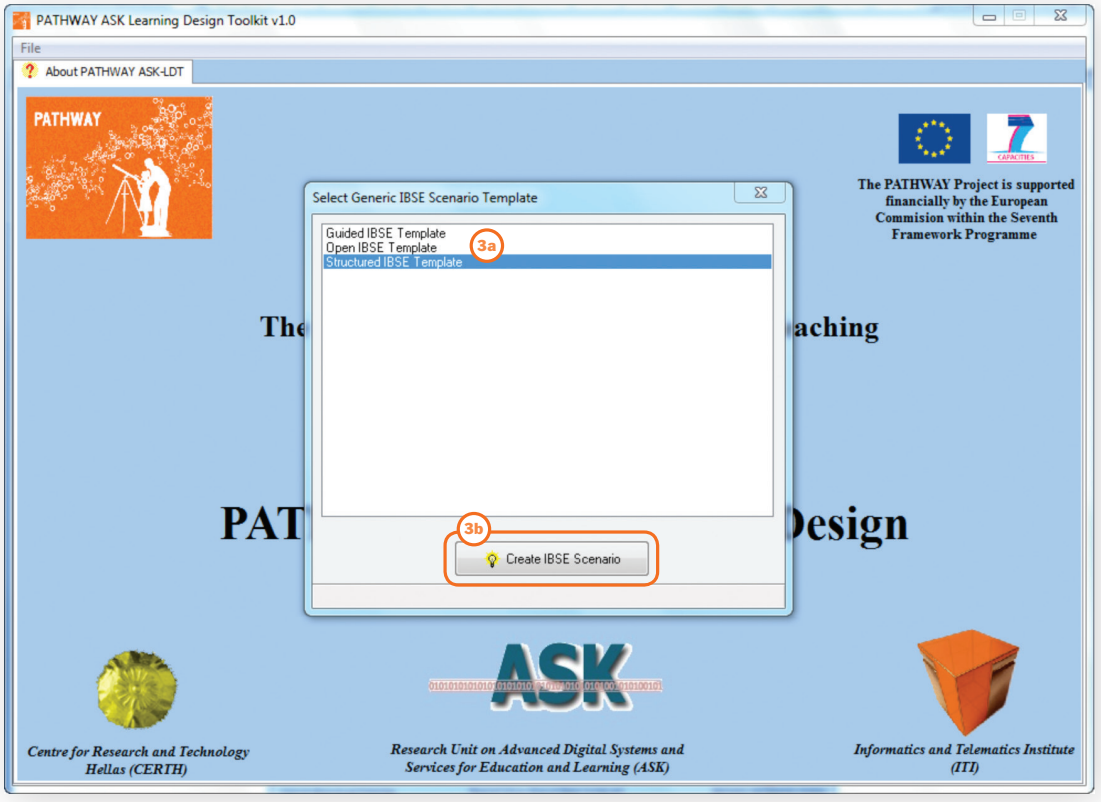
Kuva 39: Valitse New IBSE Scenario



Kuva 40: Kirjoita Title-ruutuun skenaarion nimi

7 Havaintoesimerkkejä tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarioiden suunnittelemisesta

2. Kirjoita Title-ruutuun haluamasi nimi luomallesi tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaariolle (ks. Kuva 40).
   a) Anna kyseisen tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion nimi eli ”Sähkömagneettinen spektri” (engl. ”The Electromagnetic Spectrum”).
   b) Napsauta Create-painiketta.
3. Valitse se tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaario, johon luomasi uusi skenaario perustuu (ks. Kuva 41).
   a) Valitse käytettävissä olevien tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarioiden luettelosta strukturoitu tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen yleinen skenaario.
   b) Napsauta Create IBSE Scenario -painiketta.



Kuva 41: Valitse pohjaksi Structured IBSE -skenaario

Toista seuraavassa luetellut vaiheet jokaisen ko. tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion mukaisen toiminnan osalta (valinnainen) (ks. Kuva 42).

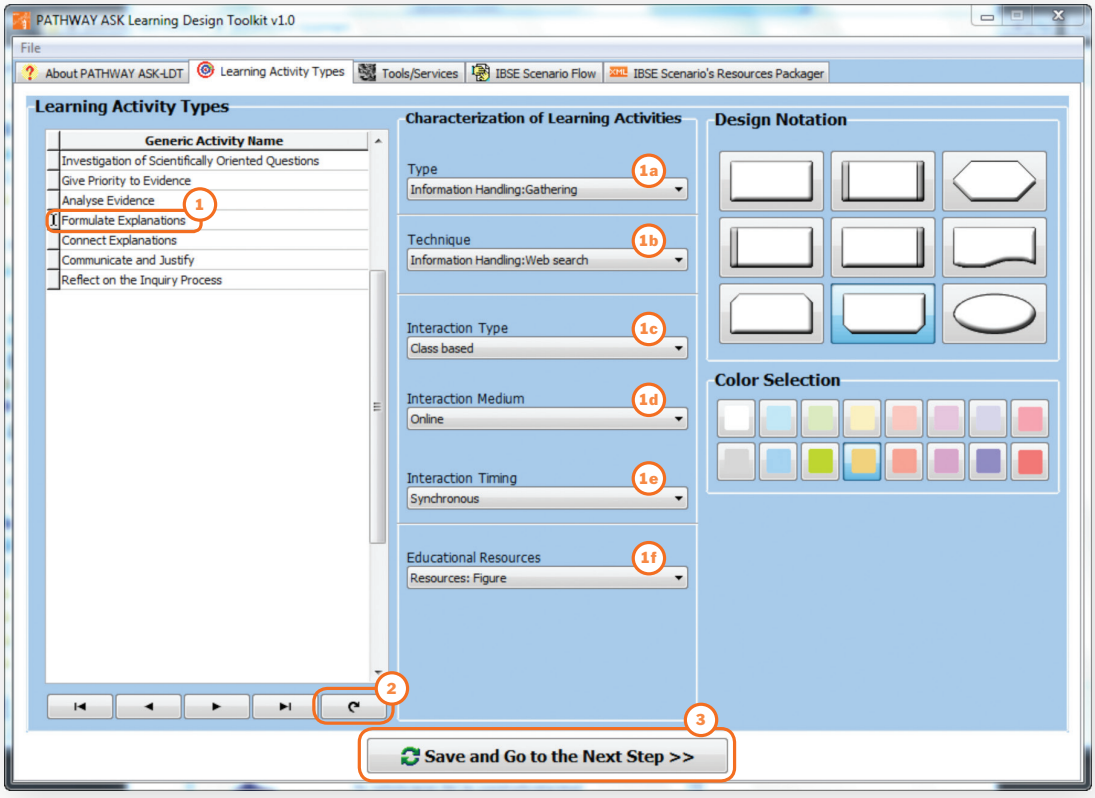
1. Karakterisoi kutakin kyseisen tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion mukaista oppimistoimintaa määrittämällä
   a) oppimistoiminnan tyyppi (**Type**-luetteloruutu) eli tässä Information Handling: Gathering
   b) oppimistoiminnan tekniikka (**Technique**-luetteloruutu) eli tässä Information Handling: Web Search
   c) oppimistoiminnan vuorovaikutustyyppi (**Interaction Type** -luetteloruutu) eli tässä Class Based

d) oppimistoiminnan vuorovaikutuskanava (**Interaction Medium** -luetteloruutu) eli tässä Online
e) oppimistoiminnan vuorovaikutuksen ajoitus (**Interaction Timing** -luetteloruutu) eli tässä Synchronous
f) oppimistoiminnan opetusresurssit (**Educational Resources** -luetteloruutu) eli tässä Figure

2. Pääset seuraavaan oppimistoimintaan nuolinäppäimellä.

Kun olet toistanut nämä vaiheet jokaisen ko. tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion mukaisen oppimistoiminnan osalta:

3. Jatka seuraavaan vaiheeseen napsauttamalla Save and Go to the Next Step -painiketta.

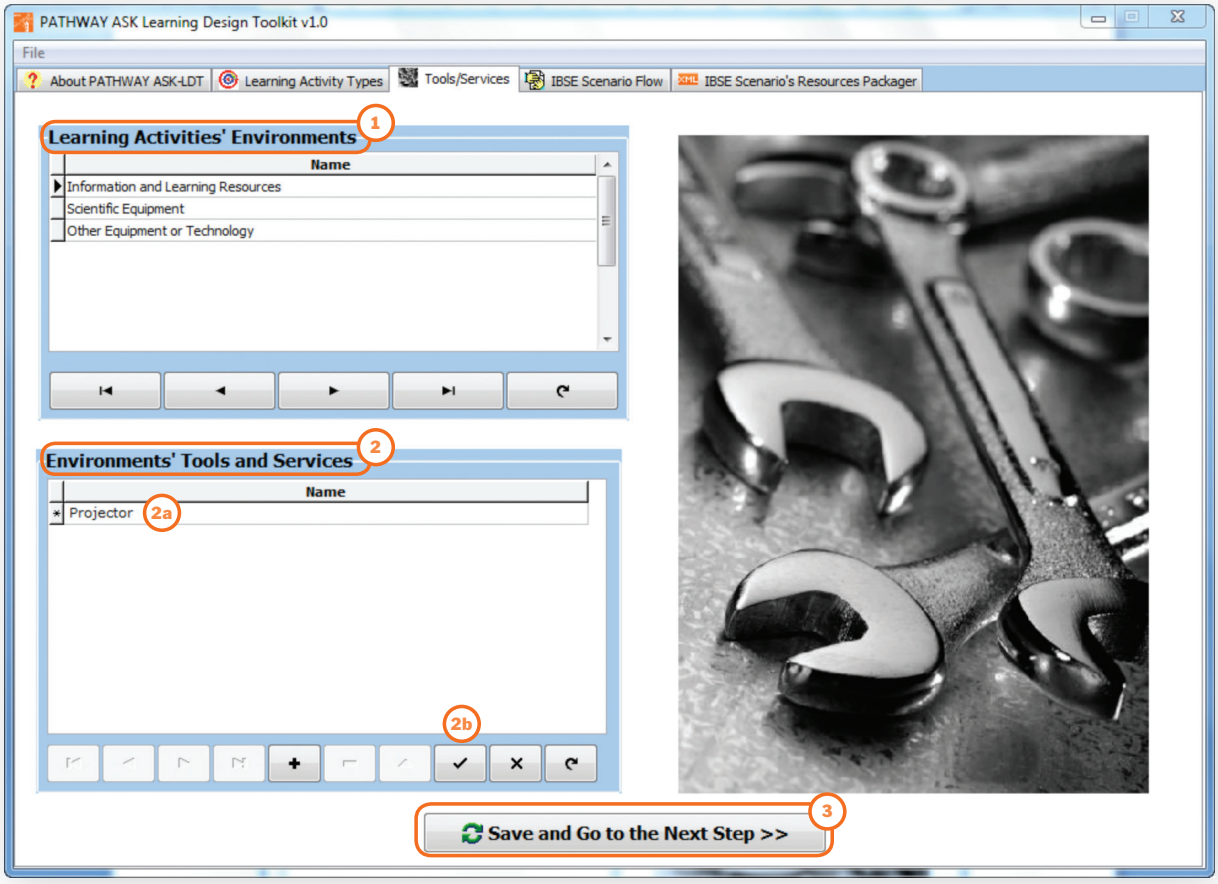


Kuva 42: Karakterisoi Sähkömagneettinen spektri skenaarion oppimistoimintoja

7 Havaintoesimerkkejä tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarioiden suunnittelemisesta

Valitse Tools/Services-välilehti ja määritä oppimistoimintojen ympäristöt ja ympäristöjen työkalut ja palvelut toimimalla seuraavasti (ks. Kuva 43).

1. Määrittele oppimistoimintojen ympäristöt eli tässä Information and Learning Resources.
2. Määrittele ympäristöjen työkalut ja palvelut kohdassa Environments' Tools and Services seuraavasti:
   a) Kirjoita työkalun/palvelun nimi eli tässä Projector.
   b) Napsauta hyväksymispainiketta.
   3. Tallenna työkalut/palvelut ja jatka seuraavaan vaiheeseen napsauttamalla Save and Go to the Next Step -painiketta.



Kuva 43: Määrittele Sähkömagneettinen spektri skenaarion työkalut ja palvelut

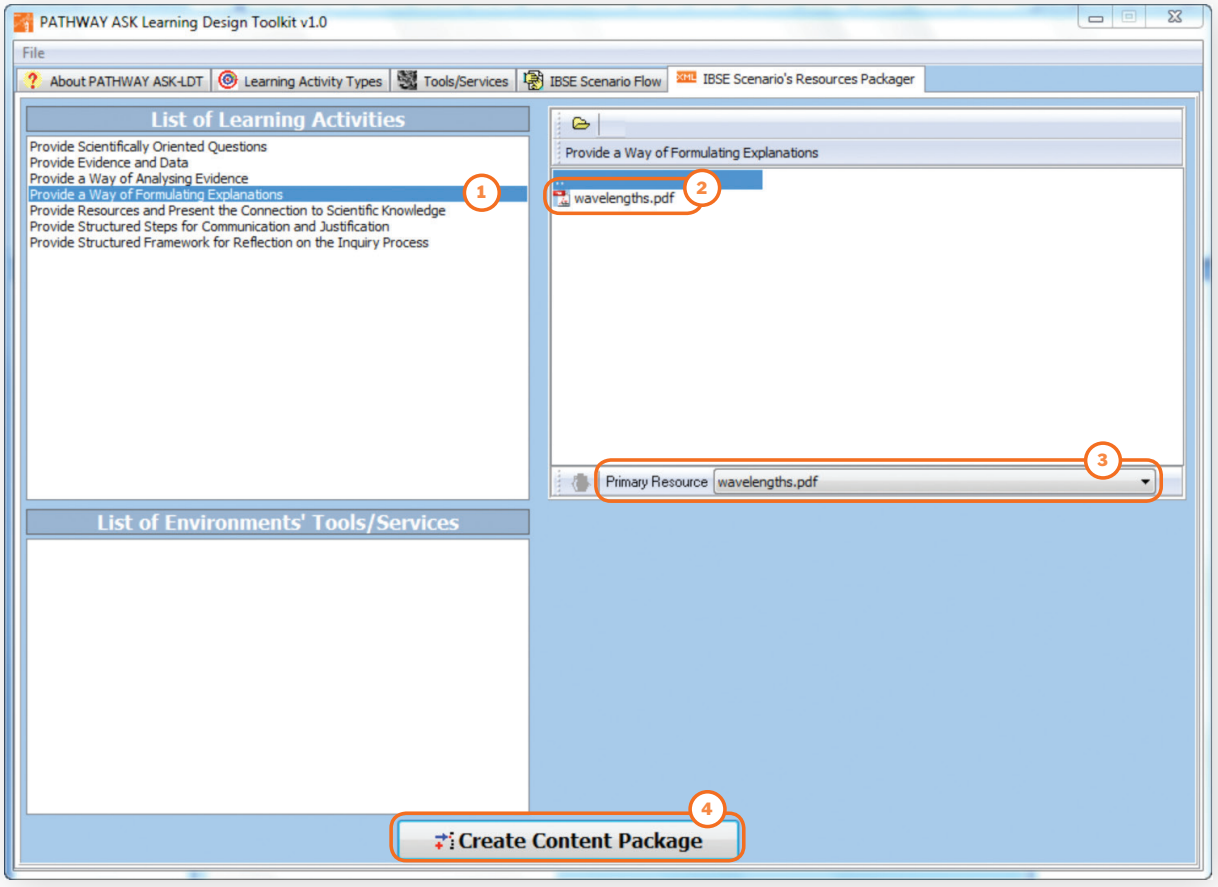
7 Havaintoesimerkkejä tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarioiden suunnittelemisesta

Toista seuraavassa luetellut vaiheet jokaisen ko. tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarion mukaisen toiminnan osalta (ks. Kuva 44):

1. Valitse haluamasi oppimistoiminta List of Learning Activities -luettelon vaihtoehtoista.
2. Avaa tiedostonhallinta ja yhdistä haluamasi opetusresurssit valittuun oppimistoimintaan vetämällä ja pudottamalla.
3. Valitse liitettyjen resurssien luettelosta valitun oppimistoiminnan pääresurssi (Primary Resource).

Kun olet toistanut nämä vaiheet jokaisen oppimistoiminnan osalta:

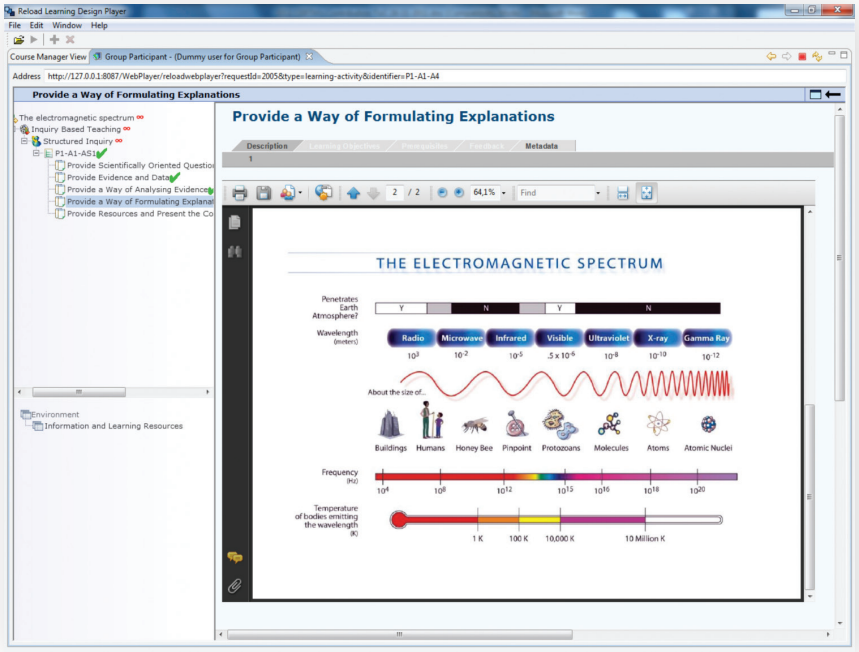
4. Napsauta Create Content Package -painiketta (ks. Kuva 44).



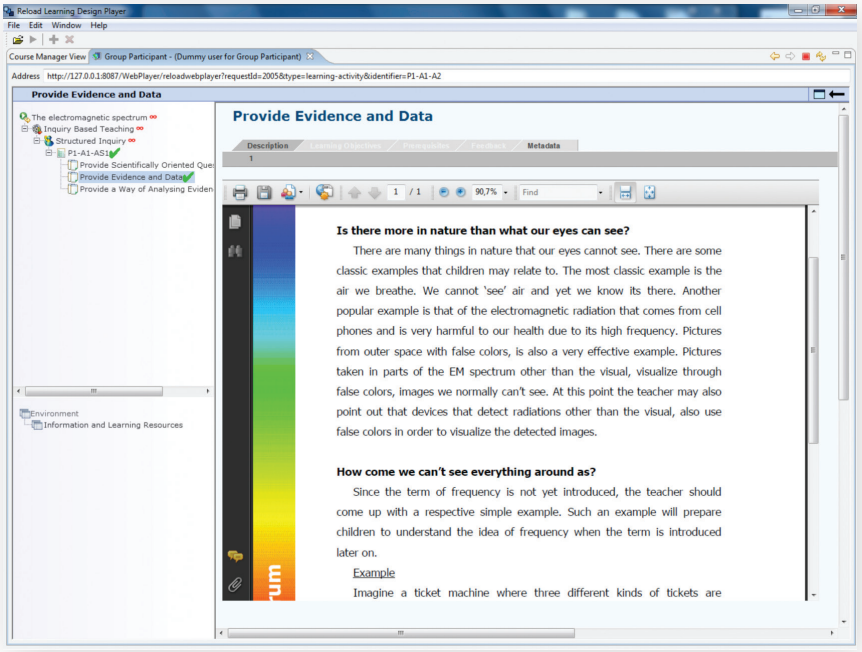
Kuva 44: Sähkömagneettinen spektri -skenaarion oppimistoimintojen täydentäminen opetussisällöllä

7 Havaintoesimerkkejä tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarioiden suunnittelemisesta

Tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaariota ”Sähkömagneettinen spektri” tarkastellaan kuvissa 45–48 Reload Learning Design Player -ohjelmaa käyttäen.

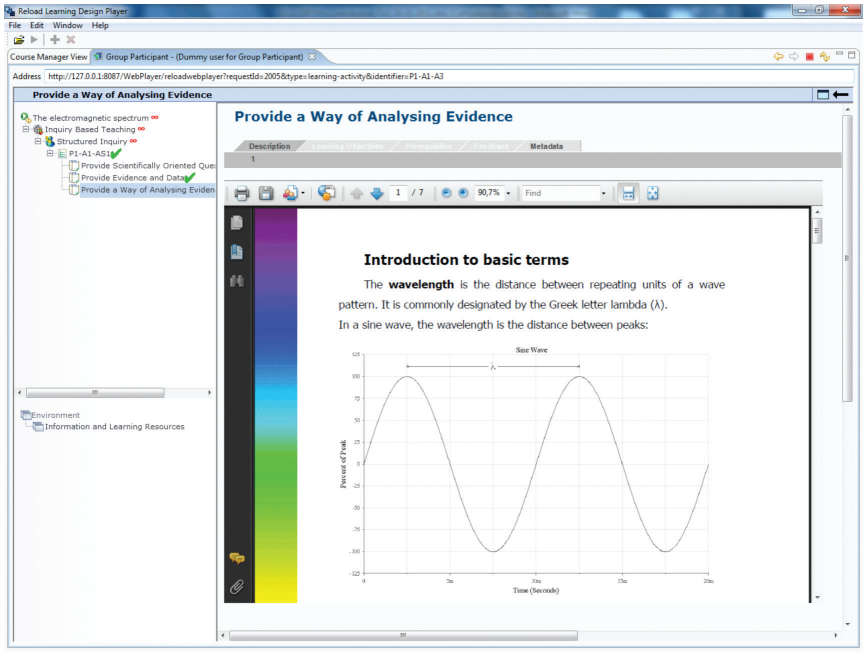


Kuva 45: Tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaario nimeltä ”Sähkömagneettinen spektri”, joka perustuu strukturoituun tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen yleiseen skenaarioon

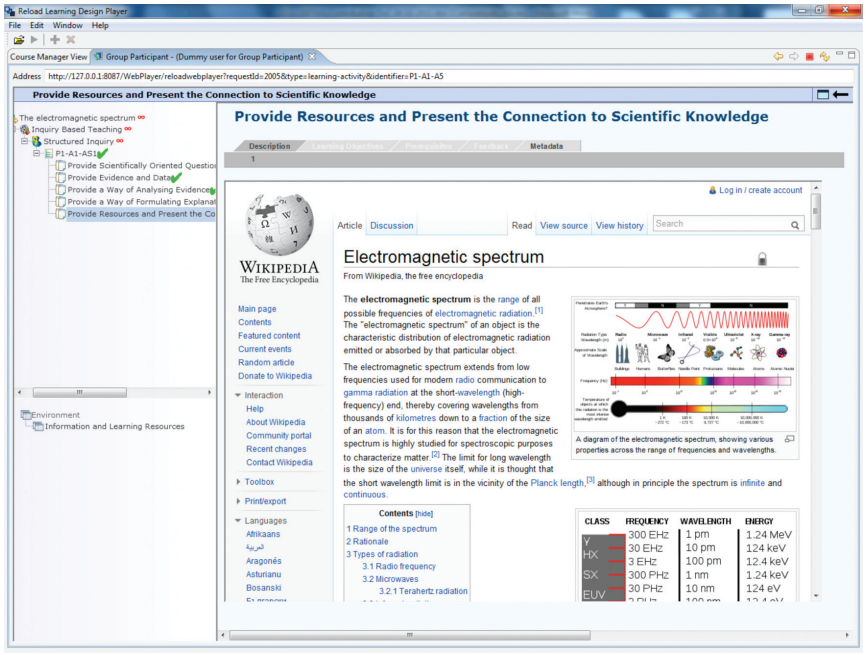


Kuva 46: Näytön ja aineiston tarjoaminen opettajan esittämiin tieteellisluontoisiin ongelmiin vastaamiseksi

7 Havaintoesimerkkejä tutkimuspohjaisen tiedeopetuksen skenaarioiden suunnittelemisesta



Kuva 47: Analyysin esittäminen edellisen oppimistoiminnan aikana löydetyistä tieteellisistä termeistä



Kuva 48: Lisälähteiden osoittaminen ja yhteyksien näyttäminen tieteelliseen tietoon

8.

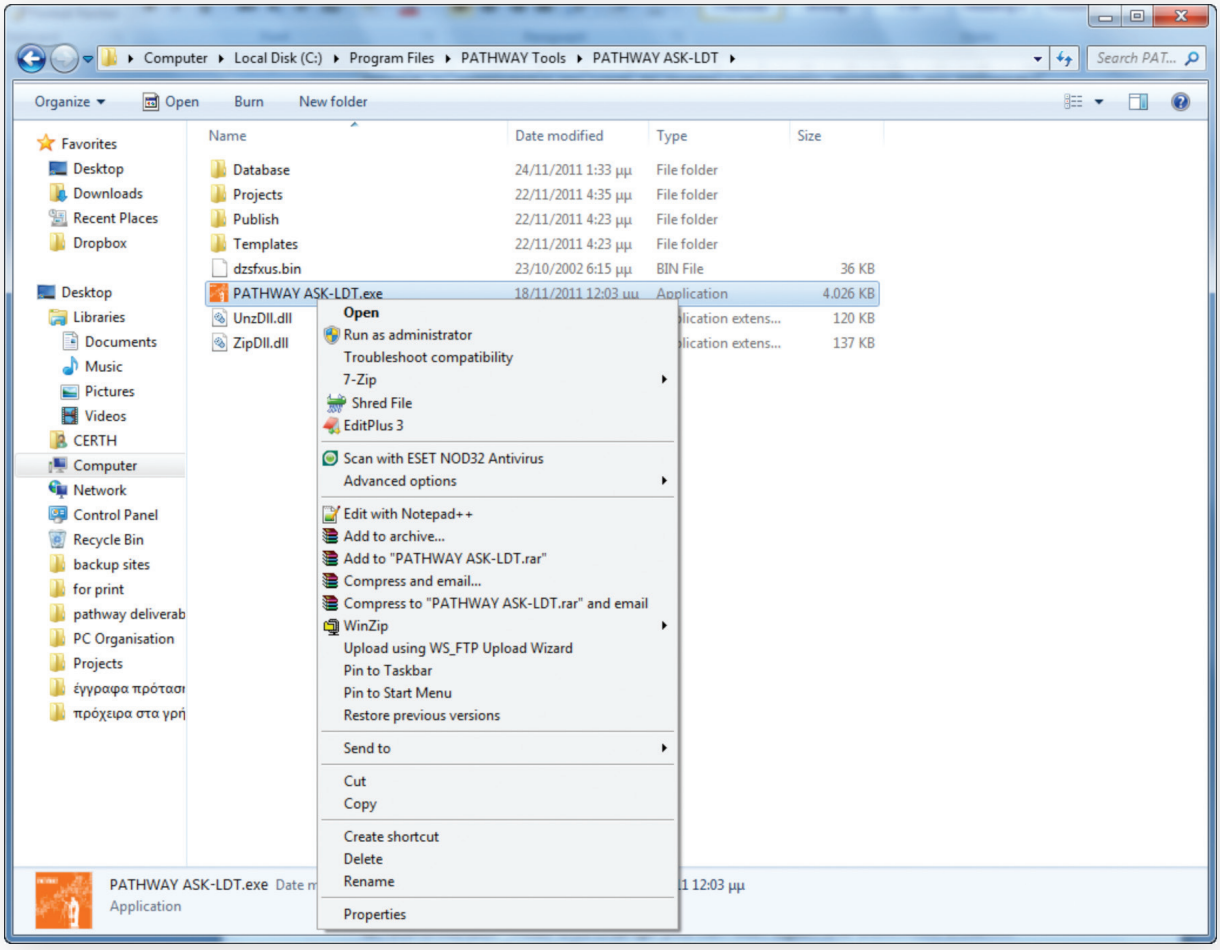
Liitteet

*8. Liitteet

Liite 1: Ohjeita PATHWAY ASK-LDT:n asentamiseksi Windows Vista- ja Windows 7 -käyttöjärjestelmiin

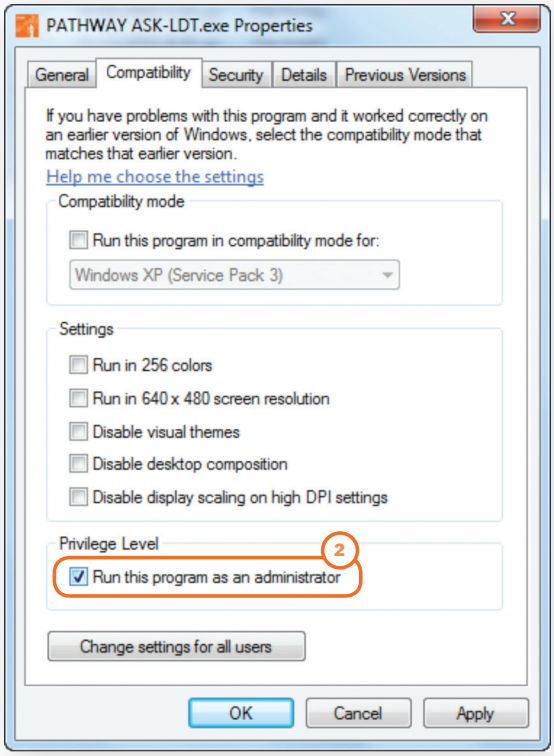
PATHWAY ASK-LDT:n asentamiseksi on syytä luoda aluksi pääkäyttäjän käyttäjätili. Kun PATHWAY ASK-LDT on asennettu, sitä voi käyttää myös muulla kuin pääkäyttäjän käyttäjätilillä, jos seuraavassa annettuja ohjeita noudatetaan:

1. Napsauta hiiren kakkospainikkeella tiedostoa C:\Program Files\PATHWAY Tools\PATHWAY ASK-LDT\ PATHWAY ASK-LDT.exe ja valitse Properties.



Kuva 49: Avaa PATHWAY ASK-LDT.exe-tiedoston ominaisuusikkuna

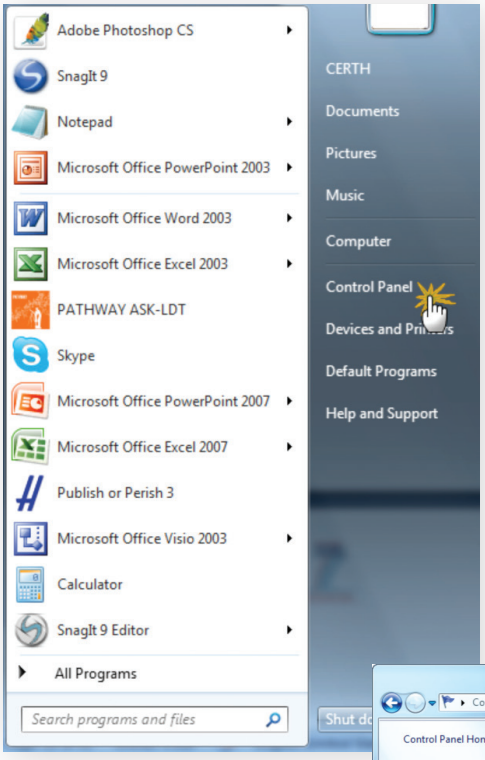
2. Valitse sitten **Compatibility**-välilehdestä Run this program as an administrator valintaruutu ja napsauta OK-painiketta. Käynnistä PATHWAY ASK-LDT tämän jälkeen uudelleen. Ohjelman pitäisi nyt käynnistyä normaalisti.



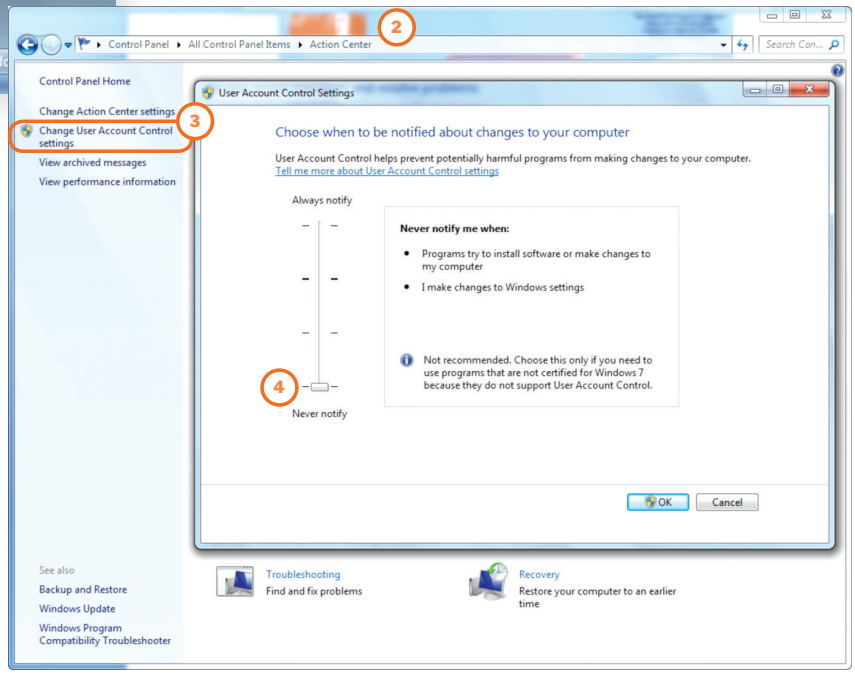
Kuva 50: Muuta PATHWAY ASK-LDT.exe-tiedoston käyttöoikeustasoa

Jos PATHWAY ASK-LDT -työkalun käynnistämisessä on edelleen ongelmia, kannattaa muuttaa käyttäjätilien valvonnan asetuksia toimimalla seuraavasti:

1. Valitse Windows-valikosta Control Panel (ks. Kuva 51).
2. Valitse ohjauspaneelista valinta nimeltä Action Center (ks. Kuva 52).
3. Valitse vasemmalla näkyvästä valikosta Change User Account Control Settings.
4. Valitse alin taso (Never notify) ja valitse sitten OK.
5. Käynnistä tietokone uudelleen, jotta tehdyt muutokset tulevat voimaan.



Kuva 51: *Avaa ohjauspaneeli Windows-valikosta*



Kuva 52: *Muuta käyttäjätilien valvonnan asetuksia*

Liite 2: PATHWAY ASK-LDT:n tekniset vaatimukset

PATHWAY ASK-LDT on kehitetty Borland Delphi -sovelluskehittimellä ja toimii Microsoft Windows 98/Me/NT/2000/XP/2003/ Vista -käyttöjärjestelmissä sekä Windows 7 käyttöjärjestelmässä.

PATHWAY ASK-LDT -työkalun vähimmäisjärjestelmävaatimukset:

- suoritin: 400 MHz:n Intel Pentium Celeron tai AMD Duron
- RAM-muisti: 64 Mt
- syöttölaitteet: näppäimistö, hiiri
- levytila: 25 Mt asennusta varten ja lisätilaa käyttäjän tiedostoja varten
- näyttö: True Color (32-bittinen)

PATHWAY ASK-LDT -työkalun järjestelmäsuositukset:

- suoritin: 800 MHz:n Intel Pentium III tai AMD Athlon
- RAM-muisti: 128 Mt
- syöttölaitteet: näppäimistö, hiiri
- levytila: 25 Mt asennusta varten ja lisätilaa käyttäjän tiedostoja varten
- näyttö: True Color (32-bittinen)

Liite 3: Sanasto oppimistoiminnan kuvaamista varten

Taulukko 1: Oppimistoiminnan tyyppejä kuvaava sanasto (Falconer et al, 2006)

Mallien laatiminen helpottamaan todellisen järjestelmän ymmärtämistä		
TYYPPI	**ARVO**	**KUVAUS**
ASSIMILATIIVINEN	Kuunteleminen	Jonkin kuunteleminen ja tietojen omaksuminen
	Lukeminen	Jonkin lukeminen ja tietojen omaksuminen
	Katseleminen	Jonkin katseleminen ja tietojen omaksuminen
TIEDONKÄSITTELY	Analysointi	Tutkia (jotakin) järjestelmällisesti ja yksityiskohtaisesti sen selittämiseksi ja tulkitsemiseksi
	Luokittelu	Järjestää luokkiin tai kategorioihin yhteisten ominaisuuksien tai piirteiden mukaan
	Kokoaminen	Tuoda yhteen ja poimia eri paikoista tai lähteistä
	Manipulointi	Käsitellä tai hallita (työkalua, mekanismia, tietoja jne.) taidokkaalla tavalla
	Järjestäminen	Kohteiden/aineiston järjestely/asettelu suhteessa toisiinsa tietyn järjestyksen, kuvion tai menetelmän mukaan
	Valitseminen	Parhaimman tai sopivimman vaihtoehdon huolellinen valinta
ADAPTIIVINEN	Mallintaminen	Mallien laatiminen helpottamaan todellisen järjestelmän ymmärtämistä
	Simulointi	Todellisen järjestelmän käyttäytymisen jäljittely mallin avulla
KOMMUNIKATIIVINEN	Kritisointi	Yksityiskohtainen analyysi ja arvio jostakin, erityisesti kirjallisuustieteellisestä, filosofisesta tai poliittisesta teoriasta
	Väittely	Muodollinen keskustelu tietystä kysymyksestä, josta esitetään vastakkaisia kantoja ja joka tavallisesti päättyy äänestykseen
	Keskustelu	Keskusteleminen (jostakin asiasta) oppitunnin osallistujaroolien mukaisesti
	Esitys	Esittely, jossa tuodaan esille ja selitetään uusi tuote, idea tai teos

8 Annexes

Mallien laatiminen helpottamaan todellisen järjestelmän ymmärtämistä		
TYYPPI	**ARVO**	**KUVAUS**
PRODUKTIIVINEN	Laatiminen	Kirjoittaa tai luoda taiteellinen teos
	Luominen	Tehdä (jokin) olevaksi
	Piirtäminen	Tuottaa kuva tai kaavio merkitsemällä paperille viivoja ja merkkejä kynällä tai muulla vastaavalla
	Tuottaminen	Aiheuttaa (tietyn lopputuloksen tai tilanteen) tapahtuminen tai esiintyminen
	Uudelleenmiksaus	Tuottaa jostakin uusi versio
	Syntetisointi	Yhdistää (joukko eri asioista) johdonmukaiseksi kokonaisuudeksi
	Kirjoittaminen	Laatia (teksti tai teos) kirjallista tai painettua jäljentämistä tai julkaisemista varten
EXPERIENTIAL	Soveltaminen	Tuoda tai ottaa käyttöön
	Kokeminen	Kohdata tai läpikäydä (tapahtuma tai ilmiö)
	Tunnustella	Tutkia tai arvioida (vaihtoehtoa tai mahdollisuutta)
	Tutkiminen	Suorittaa järjestelmällinen tai muodollinen selvitys (tapahtumaan, syytökseen tms. liittyvien) tosiseikkojen selvittämiseksi ja tarkastelemiseksi asian näyttämiseksi toteen
	Jäljitteleminen	Matkia jotakuta tai jotakin
	Suorittaminen	Toteuttaa, saattaa päätökseen tai täyttää (toimenpide tai tehtävä)
	Harjoitteleminen	Suorittaa (toimenpide) tai harjoitella (taitoa) toistuvasti tai säännöllisesti kyseisen taidon oppimiseksi, parantamiseksi tai ylläpitämiseksi

Taulukko 2: Oppimistoiminnan tekniikoita kuvaava sanasto (Falconer et al, 2006)

Oppimistoiminnan tekniikoita kuvaava sanasto		
TYYPPI	**ARVO**	**KUVAUS**
ASSIMILATIIVINEN	Hakuluku	Lukea nopeasti jonkin tietyn tiedon löytämiseksi
	Silmäily	Lukea nopeasti pääasioiden selvittämiseksi ennen päätöstä lukea teksti tarkemmin
TIEDONKÄSITTELY	Ideointi	Avoin keskustelu tietystä kysymyksestä
	Avainsanat	Luettelo tiettyyn käsitteeseen liittyvistä sanoista
	Käsitekartoitus	Esittää ja jakaa tietoja käsitteiden välisiä suhteita esittävinä verkkokaavioina
	Sanaristikko	Tyhjästä ruudukosta koostuva tehtävä, jossa vaaka- ja pystysuuntaan risteävät sanat täytetään vihjeiden perusteella
	Määritteleminen	Kuvata käsitteen, termin tai ongelman merkitys
	Miellekartat	Esittää ja jakaa tietoja verkkokaaviona
	Verkkohaku	Hakea verkosta tiettyjä aihealueita koskevia tietoja
ADAPTIIVINEN	Mallintaminen	Laatia malleja havaintoaineiston selittämiseksi

8 Annexes

Nopeita ja hauskoja aktiviteetteja, jotka helpottavat valitun aiheen esittelyä		
TYYPPI	**ARVO**	**KUVAUS**
KOMMUNIKATIIVINEN	Perustelujen esittäminen	Oppilaat selittävät perustelunsa suusanallisesti
	Kiisteleminen	Verbaalinen kiista
	Valmentaminen	Opettaja ohjaa oppilaita
	Väittely	Jäsennelty keskustelu vastakkaisten näkökantojen välillä
	Keskustelu	Toiminta tai prosessi, jossa jostakin asiasta puhumalla pyritään sitä koskevaan päätökseen tai ajatustenvaihtoon
	Kalamalja	Oppilaiden sisäpiirin tietystä aiheesta käymä keskustelu, jota muut oppilaat seuraavat. Ryhmä yhdistyy lopuksi arvioinnin tekemistä varten
	Jäänmurtaja	Nopeita ja hauskoja aktiviteetteja, jotka helpottavat valitun aiheen esittelyä
	Haastattelu	Kahden tai useamman henkilön välinen keskustelu, jossa esitetään kysymyksiä tietojen saamiseksi
	Neuvottelu	Keskustelu, jonka tavoitteena on yhteisymmärrykseen pääseminen
	Pistokysymykset	Esittää kysymys ja valita sattumanvaraisesti oppilaita vastaamaan siihen
	Parikeskustelut	Keskusteleminen tietystä aiheesta pareittain ja aiheen esitteleminen luokalle
	Parikeskustelut	Ryhmäkeskustelu tietystä aiheesta yleisön edessä
	Vertaisten välinen ajatustenvaihto	Ideoiden jakaminen ja työskentely vertaisten kesken
	Esitys	Esitellä aihe yleisön edessä
	Kysymys ja vastaus	Esittää kysymyksiä ja antaa vastauksia
	Kierrokset	Esittää kysymys ja pyytää jokaista huoneessa olijaa vastaamaan vuorollaan siihen lyhyesti
	Oppimisen oikea-aikainen tukeminen	Neuvojen ja tuen antaminen oppilaalle tämän niitä tarvitessa auttamaan tietyn tehtävän suorittamisessa
	Lyhyt vastaus	Antaa lyhyitä vastauksia kysymyksiin
	Lumipallo	Jakaa pareittain tiettyä aihetta koskevia ideoita ja yhdistellä ne suuremmissa ryhmissä jatkokeskustelua varten
	Sokraattinen kysely	Käsitteiden löytäminen ja ymmärtäminen kyselyn pikemminkin kuin selittämisen kautta
	Strukturoitu väittely	Strukturoitu väittely havaintoihin perusteella saadun näytön pohjalta
PRODUKTIIVINEN	Artefakti	Henkilön tai ryhmän tekemä aineellinen esine
	Koulutehtävä	Summatiivisen arvioinnin välineenä käytettävä tehtävä
	Kirjamuotoinen raportti	Henkilö tai ryhmän tuottama kirja
	Väitöskirja/opinnäytetyö	Laaja kirjallinen työ, joka perustuu itsenäiseen opiskeluun tai tutkimukseen
	Harjoite	Pienen tehtävän toistuva suorittaminen tiettyjen taitojen harjaannuttamiseksi
	Essee	Lyhyt, tekijän näkökulmasta laadittu kirjoitus
	Harjoitus	Tehtävä, jolla pyritään kohentamaan taitoja tai jonkin asian ymmärtämistä

8 Annexes

Nopeita ja hauskoja aktiviteetteja, jotka helpottavat valitun aiheen esittelyä		
TYYPPI	**ARVO**	**KUVAUS**
PRODUKTIIVINEN	Päiväkirjan pitäminen	Tiettyä prosessia koskeva henkilökohtainen kirjanpito
	Kirjallisuuskatsaus	Kriittinen katsaus annettua aiheetta käsittelevään kirjallisuuteen
	Monivalintatehtävä	Tehtävä, jossa on valittava annetuista vaihtoehdoista oikea
	Portfolio	Kokoelma omista töistä
	Esittely	Tietyn aiheen/asiakokonaisuuden esitteleminen
	Tuote	Toiminnan tai prosessin tulos
	Ongelma	Kysymys, johon on olemassa oikea vastaus, joka oppilaan tulee löytää
	Raportti/paperi	Prosessia ja havaintoja kuvaavan selostuksen laatiminen
	Koe	Tietojen, taitojen tai kykyjen summatiivinen arviointi
	Äänestäminen	Esittää kysymys ja ehdottaa siihen useita mahdollisia vastauksia
KOKEMUKSELLINEN	Tapaustutkimus	Tietyn henkilön, ryhmän tai tilanteen kehitystä tietyn ajan kuluessa valottava tutkimusprosessi tai -selostus
	Koe	Tieteellinen prosessi löydöksen tekemiseksi, hypoteesin testaamiseksi tai tunnetun tosiseikan havainnollistamiseksi
	Opintomatka	Aiheeseen syventyminen tekemällä ryhmävierailu oppimisympäristön ulkopuolella sijaitsevaan kohteeseen
	Peli	Sääntöjen mukaisesti harjoitettava kilpailu tai urheilulaji
	Roolileikki	Toiseksi tekeytyminen monimutkaisten sosiaalisten prosessien ymmärtämiseksi
	Scavenger hunt -peli	Luettelon antaminen piilotetuista esineistä
	Simulointi	Todellisen järjestelmän käyttäytymisen jäljittely mallin avulla

Taulukko 3: Oppimistoiminnan vuorovaikutusmuotoja kuvaava sanasto (Falconer et al, 2006)

Oppimistoiminnan vuorovaikutusmuotoja kuvaava sanasto		
ULOTTUVUUS	**ARVO**	**KUVAUS**
TYYPPI	Luokkapohjainen	Oppimistoimintaan osallistuminen luokkahuoneessa
	Ryhmäpohjainen	Oppimistoimintaan osallistuminen ryhmissä
	Yksilöllinen	Oppimistoimintaan osallistuminen yksilöllisesti
	Yksi monelle	Yhden henkilön vuorovaikutus ryhmän kanssa
	Yksi yhdelle	Yhden henkilön vuorovaikutus toisen henkilön kanssa
KANAVA	Ääni	Vuorovaikutus äänen välityksellä
	Kasvokkain	Kasvokkainen vuorovaikutus muiden tai sisällön kanssa jossakin osallistujaroolissa
	Online	Vuorovaikutus Internetin välityksellä

8 Annexes

Oppimistoiminnan vuorovaikutusmuotoja kuvaava sanasto		
ULOTTUVUUS	ARVO	KUVAUS
KANAVA	Tekstiviestit	Vuorovaikutus chatin tapaisen tekstiviestittelyn välityksellä
	Video	Vuorovaikutus videokuvan välityksellä
AJOITUS	Asynkroninen	Jossakin osallistujaroolissa tapahtuva vuorovaikutus, joka ei ole samanaikaista
	Synkroninen	Jossakin osallistujaroolissa samanaikaisesti tapahtuva vuorovaikutus

Taulukko 4: Oppimistoiminnan opetusresurssityyppejä kuvaava sanasto (IEEE LTSC, 2005)

Oppimistoiminnan opetusresurssityyppejä kuvaava sanasto	
ARVO	KUVAUS
Harjoitus	Jotakin tiettyä tarkoitusta varten tehtävä toiminta
Simulointi	Tuottaa tietokonemalli jostakin
Kysely	Kyselytutkimusta tai tilastollista tutkimusta varten laadittu joukko tulostettuja tai kirjoitettuja kysymyksiä vastausvaihtoehtoineen
Kaavio	Yksinkertaistettu piirustus, joka esittää jonkin ulkomuotoa, rakennetta tai toimintaa
Kuvio	Yhden tai useamman viivan kahdessa ulottuvuudessa määrittämä muoto (esimerkiksi ympyrä tai kolmio) tai yksi tai useampi pinta kolmessa ulottuvuudessa (esimerkiksi pallo tai kuutio), jota voidaan tarkastella geometriassa matemaattisesti tai käyttää koristeluun
Kuvaaja	Muuttuvien suureiden välistä suhdetta esittävä kaavio; suureita on yleensä kaksi, ja kutakin niistä mitataan toisella kahdesta keskenään suorassa kulmassa olevista akseleista
Hakemisto	Aakkosellinen luettelo nimistä, aiheista tms., jossa kussakin on lisäksi viittaus sivuille, joilla ne mainitaan
Dia	Hypermedia-asiakirja
Taulukko	Joukko tietoja tai lukuja systemaattisesti (yleensä sarakkeina) esitettynä
Kertova teksti	Kirjoitettu selostus toisiinsa liittyvistä tapahtumista; kertomus
Tentti	Kokeen (arvioitavan tehtävän merkityksessä) synonyymi
Koe	Tieteellinen prosessi löydöksen tekemiseksi, hypoteesin testaamiseksi tai tunnetun tosiseikan havainnollistamiseksi
Ongelman määrittely	Ongelman tyhjentävä tai selkeä muotoilu suusanallisesti tai kirjallisesti
Itsearviointi	Omien tekojen, asenteiden tai suoritusten arviointi
Luento	Opetustarkoituksessa pidetty puhe yleisölle, etenkin yliopiston opiskelijoille
Muu	Mikä tahansa opetusresurssi, jota ei ole mainittu luettelossa

9.

Viitteet

*9. Viitteet

1. Boudalis, A. K., and Sotirou, S., (editors) Best Practices of Inquiry-Based Science Education Methods and Activities, PATHWAY Project Deliverable, (2012) ISBN 978-960-473-324-8.
2. Education Development Center (EDC), Center for Science Education (2007). Publications and Other Resources Resulting from a Synthesis of Research on the Impact of Inquiry Science Instruction, Retrived January 11, 2009 from: *http://cse.edc.org/products/inquirysynth/default.asp*
3. Rodger W. Bybee, Leslie W. Trowbridge, Janet Carlson Powell: Teaching Secondary School Science: Strategies for Developing Scientific Literacy (9th Edition). ISBN -13: 978-0-13-230450-4.
4. Savas, S., Apostolakis, M., Tsagogeorga, A., Tsagliotis, N., and Sotiriou, S. (2003) Explore and Discover: The New Science Textbooks for Primary School.
5. Hounsell, D. and McCune, V. (2003). Students' experiences of learning to present. In: Rust, C., ed.. Improving Student Learning Theory and Practice – Ten Years On. (Proceedings of the Tenth International Symposium on Improving Student Learning, Brussels, September 2002. Oxford: CSLD. pp. 109-118.
6. National Research Council. "Front Matter." How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School: Expanded Edition. Washington, DC: The National Academies Press, 2000.
7. Bell, P. L., Hoadley, C., and Linn, M. C. (2004). Design-based research as educational inquiry. In M. C. Linn, E. A. Davis and P. L. Bell (Eds.), Internet environments for science education. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates
8. Sandoval, W. A., and Bell, P. (Eds.). (2004). Design-based research methods for studying learning in context. [Special Issue] Educational Psychologist, 39(4).
9. Tamir, P. (1985). Content analysis focusing on inquiry. Journal of Curriculum Studies, 17(1), 87-94.
10. Bybee, R. W., (2000). Teaching science as inquiry. In van Zee, E. H. (Ed.), Inquiring into Inquiry Learning and Teaching Science (pp. 20–46). Washington, DC: AAAS.
11. Schwab, J. J., (1962). The teaching of science as inquiry. In Brandwein, P. F. (Ed.), The Teaching of Science. Cambridge: Harvard University Press.
12. Krajcik, J., Mamlok, R., and Hug, B. (2001). Modern content and the enterprise of science: Science education in the twentieth century. In L. Corno (Ed.), Education across a century: The centennial volume (pp. 205–238). Chicago, IL: National Society for the Study of Education,
13. Crawford, B.A., (2000). Embracing the essence of inquiry: New roles for science teachers. Journal of Research in Science Teaching, 37(9), 916-937.
14. Airasian, P. W., Engemann, J. F. and Gallagher, T. L. (2007). Classroom assessment: Concepts and applications – First Canadian edition. Toronto, ON, Canada: McGraw-Hill Ryerson
15. Krajcik, J., Blemenfeld, P., Marx, R., and Soloway E, 1997, Instructional, curricular and technological supports for inquiry in science classrooms, in: Minstrell, J.,and van Zee, E., editors, Inquiring into Inquiry Learning and Teaching in Science, Washington, DC, American Association for the Advancement of Science, p. 285-315.

16. Loucks-Horsey, S., Stiles, K., and Hewson, P. (1996). Principles of effective professional development for mathematics and science education: A synthesis of standards. Madison: University of Wisconsin at Madison, National Institute for Science Education.

17. National Science Foundation Division of Elementary, Secondary, and Informal Education Directorate for Education and Human Resources, Inquiry: Thoughts, Views, and Strategies for the K–5 Classroom, in FOUNDATIONS: A monograph for professionals in science, mathematics,and technology education.

18. Levy, P., Lameras, P., and Ford, N., (2011) Essentials of IBSE pedagogy: Strategies for Developing Inquiry as part of Scientific Literacy, PATHWAY Project Deliverable (Internal Project Document).

19. Falconer, I., Conole, G. Jeffery, A. and Douglas, P. (2006). Learning Activity Reference Model – Pedagogy. Retrieved from LADIE's project website *http://misc.jisc.ac.uk/refmodels/LADIE/www.elframework.org/refmodels/ladie/guides/LARM_Pedagogy30-03-06.doc*

20. Conole, G. (2007). Describing learning activities: tools and resources to guide practice. In H. Beetham and R. Sharpe (Eds.), Rethinking Pedagogy for a Digital Age: Designing and Delivering E-Learning (pp. 81–91). RoutledgeFalmer, London.

21. Laurillard, D. (1993). Rethinking University Teaching: A Framework for the Effective Use of Educational Technology. London: Routledge.

22. Conole, G. and Karen, F. (2005). A learning design toolkit to create pedagogically effective learning activities. Journal of Interactive Media in Education (Advances in Learning Design, 43 (1-2), 17-33.

10.

Authors' Curriculum Vitaes

*10. Authors' Curriculum Vitaes

Dr. Sofoklis Sotiriou has worked at CERN, at the National Center for Scientific Research "DEMOKRITOS" in Athens and in the Physics Laboratory of Athens University. He holds a PhD in Astrophysics and a PhD in Technology Enhanced Science Education. He is the Head of R&D Department of Ellinogermaniki Agogi, the first research department that operates in the school environment in Greece, where has been active in the co-ordination and development of research projects on implementation of advanced technologies (e.g. mobile applications, wearable computers, VR and AR applications, robotics) in science education and training. Since 2001 he is the Director of the Ellinogermaniki Agogi Center for Science Teachers Training. His main research field is the design, application, and evaluation of virtual and digital media environments that could bridge the gap between formal and informal science learning. He has been involved in a long series of EC joint research and technology funded projects. He is a member of the European Academy of Sciences (since 2003), member of the board of ECSITE (2004 - 2009) and member of the NAP (Network of Academics and Professionals) Executive Committee of EDEN. He has been appointed by the EPS (European Physical Society) to lead the design and development of the European Science Education Academy, which will support the effective integration of Inquiry Based and Problem Based approaches in the teaching, through the development of effective Professional Development Programmes. He has also act as a consultant to the development of the FP7's Science in Society Work programme. He is author of numerous articles, publications and teachers guides on the use of ICT in science education. He is also author of the Science Textbooks that are used in all primary Greek schools since 2003.

Sara Calcagnini is Head of the Science & Citizens Programmes at the National Museum of Science and Technology Leonardo da Vinci in Milan. She holds a BA degree in Cultural Heritage Studies. Her expertise focuses on participatory strategies used by museums and science centres for engaging adult citizens in dialogue on cutting-edge science. In the Museum, she works for the development of programmes for adult visitors based on active engagement and dialogue with science experts. She is also involved in European cooperation projects on science education, citizenship and informal learning. She contributes to teacher-training activities focusing mainly on methodological issues. She published articles and contributed to books on science communication. She is also trained in the field of arts and ethnography museums and in the past worked for Castello d'Albertis in Genoa, Castello di Rivoli in Turin and the Sainsbury Centre for Visual Arts in Norwich UK.

Panagiotis Zervas has received a Diploma in Electronics and Computer Engineering from the Technical University of Crete, Greece in 2002 and a Master's Degree in Computational Science from the Department of Informatics and Telecommunications of the National and Kapodistrian University of Athens, Greece in 2004. His research interests focus on Technology-enhanced Learning Systems. He is the co-author of 40 scientific publications and he has co-received the Best Poster Award in IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies ICALT11, Athens, Georgia, USA, July 2011 (with Sofoklis Sotiriou and Demetrios Sampson), the Best Paper Award in the 2nd International Conference on Intelligent Networking and Collaborative Systems

InCoS 2010 (with Demetrios Sampson), the Best Short Paper Award in IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies ICALT 2009, Riga, Latvia, July 2009 (with Alexandros Kalamatianos and Demetrios Sampson) and the Best Poster Award in IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies ICALT 2007, Niigata, Japan, July 2007 (with Demetrios Sampson and Kerstin Götze). He is also member of the Executive Board of the IEEE Technical Committee on Learning Technology, as the Web-Site Management Chair.

Prof. Demetrios G. Sampson

holds a Diploma in Electrical Engineering (1989) from Demokritus University of Thrace and a Ph.D. in Multimedia Communications (1995) from University of Essex, UK. He is an Associate Professor on Technology-enhanced Learning at the Department of Digital Systems of the University of Piraeus. His main research interests are in the areas of Technology-enhanced Learning Systems. He is the co-author of 265 publications in scientific books, journals and conferences with at least 1.050 known citations (h-index 20). He has received six (6) times Best Paper Award in International Conferences on Advanced Learning Technologies (August 2001, August 2004, July 2007, July 2009, November 2010, July 2011). He is a Senior Member of IEEE and the elected Chair of the IEEE Computer Society Technical Committee on Learning Technologies (LTTC). He is Co-Editor-in-Chief of the Educational Technology and Society Journal, an international journal with Impact Factor 1.066 (2010) on the Thomson Scientific 2010 Journal Citations Report. He is also Associate Editor of the IEEE Transactions on Learning Technologies, a Member of the Advisory Board of (2) International/ National Journals, a Member of Editorial Board of (17) International/ National Journals, and Guest Co-Editor in (19) Special Issues of International Journals. His participation in the organization of international/ national scientific conferences involves: General Chair in (13) International Conferences, Program Committee Chair in (15) International Conferences, Memberships in (246) Program Committees in International Conferences and Memberships in (8) Program Committees in National Conferences. He has been a Keynote/ Invited Speaker in (20) International Conferences and (18) National Conferences.

Prof. Dr. Franz X. Bogner

Professor Franz X. Bogner, trained teacher and biologist, first doctoral degree in Zoology (Dr.rer. nat. University of Regensburg) and a second one in Biology Didactics (1996; Dr.rer.nat.habil. University of Munich). Postdoctoral fellowship at the Cornell University [1989-1991, Ithaca, New York]). After a first Full Professorship at the University of Education in Ludwigsburg/Stuttgart (1997-2004), appointment at the University of Bayreuth, again as a Full Professor, head of the Institute of Biology Didactics and director of the Z-MNU (Centre of Math & Science Education). He, together with his group, is mainly involved in pre-service teacher education, professional development and educational research. Prof.Bogner's research projects consistently include cognitive, emotional and attitudinal assessment. An attitudinal model (2-MEV), first published in 1996, was worldwide independently confirmed by three groups (NZ, US, BE) providing a worldwide use of the model (up to now applied in 18 languages).

PATHWAY