

# Dimensio

Matemaattis-  
luonnontieteellinen  
aikakauslehti  
71. vuosikerta  
1/07



Irtonumero 10 €

- 5** Pääkirjoitus  
*Irma Iho*
- 6** Dimension juhlaseminaari 6.11.2006 Tekniikan museolla  
*Jari Koivisto, Maria Vänskä*
- 11** MAOL:n hallitus vuonna 2007  
*Leena Mannila*
- 15** Hattulan silloilta  
*Jukka O. Mattila*
- 16** Oppimateriaalia teknologia ja yhteiskunta –aihekokonaisuuteen  
*Hannu Korhonen*
- 19** Luokanopettajankoulutuksen fysiikkaa  
*Kalle Juuti, Jarkko Lampiselkä*
- 22** Lääketieteellisten alojen valintakoe 2006  
*Peter Holmberg, Erkki Jyväsjärvi, Veli-Matti Tiainen ja Kristiina Wähälä*
- 26** Tiedekerho tytöille - Mielenkiintoista kemiaa ja fysiikkaa  
*Seija Auravuo*
- 29** Jatkuvista ei-missään derivoituvista funktioista  
*Paavo Heiskanen*
- 34** Muuttunut arviointi – Onko numerolla katetta  
*Aune Toivanen*
- 36** Att flyga lättare än luft  
*Peter Holmberg*
- 42** Reaalilukujen ominaisuudet  
*Juha Oikkonen*
- 44** Matematiikan ja tietotekniikan toimikunta  
*Helena Tuomainen*
- 46** Kansainvälinen matemaatikkokongressi Madridissa  
*Juha Oikkonen*
- 48** Heureka oppimiskeskushanke kehittää kouluille palveluita  
*Jutta Kujasalo*
- 51** POPBL –projekti 10/2006-10/2008  
*Maija Rukajärvi-Saarela, Päivi Ojala ja Teemu Känsäkangas*
- 53** Missä on tekniikan filosofia?  
*Topi Heikkerö*
- 58** Nordic Teacher Space Camp.  
*Henrik Nyman*
- 64** Tervetuloa valtakunnallisille Kemian opetuksen päiville  
29.3–30.3.2007!  
*Maija Aksela*
- 65** Onko kemia geeneissä?  
*Lea Karkela*
- 66** Kemian demonstraatio yhteen kurssiin  
*Lea Karkela*
- 67** Pulmasivu

*Kansikava: Timo Suvanto. Todennäköisyyslaskelman perustyökäluun arpanoitan ei suinkaan ole pakko olla kuutio. Muutakin jännittäviä vaihtoehtoja löytyy jo symmetristen avaruuskappaleiden joukosta – epäsymmetrisistä puhumattakaan. Tällaisia noppia löytyy mm. Heureka tiedekaupasta.*

JULKAISIJA:  
Matemaattisten Aineiden  
Opettajien Liitto MAOL ry  
Rautatietäisenkatu 6, 00520 Helsinki

PÄÄTOIMITTAJA  
Leena Mannila  
Puh. 050 367 3421

VASTAAVA PÄÄTOIMITTAJA  
Irma Iho  
Puh. 050 302 1589

TOIMITUSSIHTEERI:  
Jarkko Narvanne  
Puh. 050 523 2768  
dimensio@maol.fi

PAINO:  
Forssan Kirjapaino Oy  
ISSN 0782-6648  
ISO 9002

TILAUKSET JA  
OSOITTEENMUUTOKSET:  
MAOL:n toimisto  
Puh. (09) 150 2338

TILAUSHINTA:  
Vuosikerta 40 €, irtonumero 10 €,  
ilmestyy 6 numeroa vuodessa

TOIMITUSKUNTA:  
Leena Mannila, pj.,  
Kalle Juuti, Pasi Ketolainen, Jari  
Koivisto, Hannu Korhonen, Marika  
Nieminen, Juha Oikkonen, Marjut  
Ojala, Kaisa Vähähyyppä, Maria  
Vänskä, Maija Rukajärvi-Saarela,  
Jarkko Narvanne, siht.

NEUVOTTELUKUNTA:  
prof. Maija Ahtee  
FT Maija Aksela  
op.neuvos Marja Montonen  
prof. Kaarle Kurki-Suonio  
prof. Aatos Lahtinen  
prof. Ilpo Laine  
prof. Tapio Markkanen  
rehtori Jukka O. Mattila  
prof. Esko Valtaoja  
prof. Erkki Pehkonen  
joht. Kari Purhonen  
prof. Pekka Pyykkö  
prof. Jorma Merikoski  
toim.joht. Hannu Vornamo



## Harjoituksen merkityksestä

**Y**lioppilastutkintolautakunnan puheenjohtajana pitkään toiminut professori Aatos Lahtinen kirjoittaa ansiokkaasti edellisessä Dimensiossa matematiikan ylioppilastehtävien analyysin lopuksi kokemuksen ja harjoittelun merkityksestä: *”Ceasar pääsi koko Rooman valtiaaksi sen kokemuksen perusteella, minkä hän oli Gallian sotaretkillä hankkinut. Roomaa ei enää ole, mutta Ceasarin maksimia kokemuksen hankkimisen tärkeydestä voi käyttää myös matematiikan Imperiumissa. ... Harjoituskentillä saadun kokemuksen avulla voi päästä koko lukiomatematiikan valtiaaksi. Matematiikan Imperiumin herruus on tavoittelemisen arvoinen”*.

Harjoituksen merkitys ei rajaudu pelkästään lukiopuoleen matematiikkaan vaan sama koskee peruskoulua ja myös fysiikkaa ja kemiaa. Kaikki nämä aineet vaativat työtä ja ilman harjoitusta asiat koetaan vaikeiksi ja tylsiksi. Luovaan ajatteluun ei päästä, koska perusasiat eivät suju itsestään.

Miksi opiskelijoiden pitäisi päästä matematiikan, fysiikan ja kemian Imperiumin valtiaaksi? Samassa Dimension numerossa YTL:n fysiikan jaoksen puheenjohtaja Jukka Valjakka kirjoittaa: *”Fysiikan kokeen valitsi vain 10 % vastaajista, mikä on aivan liian vähän verrattuna tarjolla oleviin jatko-opintopaikkoihin. Tarvitaanhan fysiikan perustietoja fysiikan, teknisten alojen ja lääketieteen yliopisto-opinnoissa ja monien alojen ammatikorkeakouluopinnoissa”*. Tässä tuli jo yksi vastaus.

Samalla tavalla voisi sanasta sanaan kirjoittaa kemian osalta. Lähivuosina kemistien tarve kasvaa entisestään, kun kemikaalivirasto aloittaa toimintansa. Ylioppilaskirjoituksissa matematiikan kokeen kirjoitaneiden prosenttiluvut onneksi ovat vähän suuremmat, mutta LUMA-tavoite on siinäkin vielä saavuttamatta. Jatko-opintopaikkoihin pitäisi lisätä vielä ammatilliset oppilaitokset, joihin opiskelijoita hakeutuu

jo peruskoulun jälkeen, mutta paljon myös lukion jälkeen. Peruskoulunkin jälkeisiä opintopaikkoja on eniten tarjolla niille, jotka osaavat matematiikkaa, fysiikkaa ja kemiaa.

Toivottavasti tuntijakoon peruskoulun yläluokille tulleet lisätunnit antavat aikaa harjoittelulle. Olisiko opiskelijan omaa työntekoa korostettava entistä enemmän? Pitäisivätkö ne asiat, jotka halutaan opittavan, harjoitella kunnolla ja jättää liiat pois? Harjoitusten vaatavuustasoa vaihtelemalla voidaan kyllä eritasoiset oppijat ottaa huomioon, myös lahjakkaat.

Lukiossa fysiikan ja kemian tilannetta vaikeuttaa oleellisesti se, että niitä opiskellaan valinnaisina oppiaineina. Viimeinen tuntijako toi lisää pakollisia kursseja joihinkin oppiaineisiin ja valinnaisuus kapeni entisestään, koska opiskeluun käytettäviä vuorokauden tunteja ei voi kohtuuttomasti lisätä. Neljän vuoden käyttö lukio-opiskeluun on taas kallis ratkaisu sekä opiskelijalle että yhteiskunnalle. Houkutus on suuri jättää kovaa harjoitusta vaativat oppiaineet ja mennä siitä mistä aita on matalin.

Uuden tuntijaon ja opetussuunnitelman mukaan opiskelleet aloittavat ylioppilaskirjoitukset pääsääntöisesti keväällä 2008. Prosenttiluvut matematiikan, fysiikan ja kemian kirjoittajien määrissä tuskin kasvavat, toivottavasti eivät pienenekään. Meneillään oleva opetussuunnitelmakysely tuonee tähän jotain ennakkotietoa. Toivottavasti ainereaal uudistus, ruotsin valinnaisuus ylioppilaskirjoituksissa ja peruskoulun lisätunnit vaikuttavat siten, että pessimistinen arvioni prosenttiluvuista osoittautuu vääräksi ja hyviä matemaattisten aineiden osajia löytyy myös niiden joukosta, jotka eivät kulje lukioreittiä.

Hyvää Uutta Vuotta kaikille lukijollemme!

Jatkuu edellisestä numerosta...

# Dimension juhlaseminaari 6.11.2006 Tekniikan museoilla



## Tietoyhteiskuntaohjelmat ja koulun muutos

JARI KOIVISTO, opetusneuvos, Opetushallitus

### Alkuvaiheita

Tietotekniikkaa on ollut käytettävissä kouluissa jo 70-luvulta alkaen. Aluksi koneet olivat pelkkiä työasemia ilman minkäänlaisia verkkomahdollisuuksia. Niillä voitiin tehdä hiukan ohjelmointia ja käyttää yksinkertaisia opetusohjelmia. Tietokoneilla oli silloin koulussa lähinnä kuriositeetti-arvo ja vasta 80-luvulla PC ja Apple -koneiden myötä koulut saivat käyttöönsä tietokoneita, joilla oli enemmän pedagogista merkitystä. Samoihin aikoihin Commodore 64 -koneiden mahdollistamana tietokoneen viihdekäyttö koki valtavan kasvun, joka jatkuu edelleenkin.

Ensimmäiset verkot olivat luokkakohtaisia pedagogia verkkoja. Ilmeistä kuitenkin oli, että vain harvat opettajat käyttivät kaikkia niitä mahdollisuuksia, joita näihin verkkoihin oli ohjelmoitu. Itse asiassa varsin harvat opettajat käyttivät näitä verkkoja mitenkään säännöllisesti. Näinä aikoina ilmestyi kuitenkin varsin paljon opetusohjelmia, joista muutama menestyi jopa kaupallisesti. Aineopettajaliitot tuottivat kiitettävän määrän ohjelmia, mutta odotusten vastaisesti niistä ei liittojen toiminnalle tullut mitään rahasampoa. Ohjelmia moitittiin liiallisesta suoraviivaisuudesta ja behavioristisesta oppimiskäsityksestä. Totuus on kuitenkin se, että sen ajan koneiden kapasiteetti ja ohjelmointityökalut mahdollistivat vain suhteel-

lisen vaatimattomien ohjelmien tuottamisen.

### Internet koulussa

Internetin aikakauden alkaessa 90-luvun alkupuolella koulun tietokoneita alettiin liittää ulkoisiin tietoverkkoihin, vaikkakaan kouluissa ei nähty Internetin tarjoavan mitään erityistä lisäpalvelua kouluille. Sisältö oli vähäistä ja tyypillisiä olivat linkkilistat, jotka johtivat uusiin linkkeihin ilman että varsinaiseen asiaan koskaan pääsi käsiksi.

Samoihin aikoihin alkoi myös käsite virtuaaliyhteisö saada sisältöä. Käsitteen esitti ensimmäisenä Howard Rheingold vuonna 1993 teoksessa *The Virtual Community*. Suomessa ensimmäisiä yrityksiä virtuaaliyhteisöjen luomiseksi olivat puhelinoperaattoreiden sähköposti- ja keskustelupalvelut, jotka ajan mittaan ovat merkittävästi muuttuneet ja laajentuneet.

Opetuksen käytössä Internet on ollut jo yli kymmenen vuotta, mutta se ei ole vielä vakiinnuttanut asemaansa koulujen pedagogisena työvälineenä. Syitä siihen lienee monia, mutta keskeisenä ongelmana lienee sähköisten verkkopalveluiden teknisyys, joka monella tavalla haittaa niiden käyttöönottoa. Tekninen järjestelmä vaatii kalliiden laitteistojen ja ohjelmistojen ostamista, koulutusjärjestelmien käyttöön, järjestelmien ylläpitoa ja kehittämistä sekä toimintavarmuutta. Valitettavasti

kaikissa näissä kohdissa on käytännössä ongelmia, jotka heikentävät koulujen uskoa tieto- ja viestintätekniikan (TVT) mahdollisuuksiin opetuksessa.

Yhtenä kriittinen tekijä on se, tuottaako TVT siinä määrin lisäarvoa kouluopetukselle, että panostukset sen käyttöön ovat perusteltuja. Yleinen käsitys on aina ollut, että tällaista lisäarvoa itsestään selvästi on. Niin sanotun IT-kuplan puhkeaminen muutamia vuosia sitten antoi kriittisille mielipiteille lisää painoa ja TVT-intensiivisen kouluopetuksen kannattajien onkin löydettävä mielipiteilleen todellista todistusvoimaa.

Nopea yhteiskunnallinen muutos ja voimakas kilpailu, jossa tuotekehittämissä pisimmälle ja nopeimmin ehtinyt saa parhaiten tuotteitaan myydyksi, ovat käytännössä pakottaneet yhteiskunnan lähtemään tietokoneistumisen tielle. Tietotekniikka on integroitunut jokseenkin kaikkiin sekä julkisen että yritystoiminnan prosesseihin. On vaikea kuvitella mitään tuotetta tai palvelua, jota voitaisiin tuottaa laadukkaasti ja kilpailukyisellä hinnalla ilman tietotekniikan apua. Tällä argumentilla voi luonnollisesti perustella sitä, että TVT:n käyttöä on kouluissa opetettava.

Äskenen päättely ei kuitenkaan sano mitään siitä, että mikä on TVT:n pedagoginen arvo. Edistääkö TVT:n käyttö oppimista?

Opitaanko enemmän, paremmin ja laadukkaammin? Millaisilla opetusmenetelmillä ja –järjestelyillä mainittuja etuja saavutetaan?

Sekä suomalainen että kansainvälinen oppimistutkimus on pyrkinyt todistamaan, että lisäarvoa todella saavutetaan, kunhan tietotekniikkaa käytetään pedagogisesti järkevällä tavalla. Näyttää siltä, että vahvoja todisteita tietotekniikan käyttökelpoisuudesta oppimisessa on osoitettavissa, mutta väliintulevia muuttujia on runsaasti. Yksi kaikkein tärkeimmistä tekijöistä oppimisessa on opettajan toiminta. Opettajan osaaminen ja persoonallisuus on aivan keskeinen vaikuttaja oppimisen onnistumisessa. Opettaja käytännössä päättää, miten tietotekniikkaa opiskelussa käytetään. Muita tekijöitä ovat luonnollisesti tietotekniikan määrä ja laatu, käytettävissä olevat opiskeluresurssit kuten oppimateriaalit, tekniikan sopiva sijoittelu sekä muut opiskeluympäristöön vaikuttavat tekijät.

## Opettajien osaaminen

Oppimisen kannalta ratkaisevaa on siis taata opettajien laaja-alainen pedagoginen osaaminen ja varmistaa samalla, että opettaja tuntee TV:n tarjoamat mahdollisuudet kouluopetuksessa ja pystyy nämä mahdollisuudet myös käytännön tasolla toteuttamaan. Keinoksi tässä asiassa on valittu työssä olevien opettajien ja rehtoreiden täydennyskoulutus TV:n opetusikäikäytössä. Opetushallitus on yhtenä toimijana järjestänyt jo n. kymmenen vuoden ajan tätä koulutusta ja tämänhetkinen tilanne on se, että kouluissa on enää varsin harvoja opettajia, jotka eivät kykene tai halua lainkaan käyttää tietotekniikkaa opetuksessa. Ongelmana on pikemminkin se, että koulun varustelutaso ei anna opettajille mahdollisuuksia käytän-

nössä osoittaa osaamistaan.

Kouluissa on karkeasti arvioiden keskimäärin kahdeksan opipilasta tai opiskelijaa yhtä tietokoneetta kohden. Teoriassa tämä tarkoittaa periaatteessa sitä, että opiskelija voisi käyttää tietokoneetta koulussa yhdellä oppitunnilla jokaista kahdeksaa oppituntia kohti. Tämä on kuitenkin vain teoreettinen arvio, sillä ei ole varmaa, että opiskelija tosiaan voi käyttää opitunneilla tietotekniikkaa, koska opetustilanne ei välttämättä sitä salli. Tietokoneet voivat olla myös suuren osan koulupäivästä käyttämättömänä esim. lukitussa tietokoneoluokassa, joten opiskelija voi todellisuudessa päästä käyttämään koulun tietokoneita varsin harvoin. Käytännössä tietokoneen pedagoginen merkitys voi joissakin kouluissa kutistua hyvin mitättömäksi. Silloin voi kysyä, valmistaaako tämä koulu opiskelijoitaan vastaamaan tietokoneistuneen yhteiskunnan haasteisiin.

## Opiskelijoiden osaaminen

eLearning Nordic –tutkimuksessa saatiin viitteitä siitä, että opiskelijoiden tietotekniikan käyttö kouluissa on vähentymässä ja käytön painopiste on siirtymässä koteihin. Tässä yhteydessä olisi kiinnostava selvittää, millaisiin tarkoituksiin opiskelija käyttää tietokoneetta sekä koulussa että kotona. Tietotekniikan viihdekäyttö kotona on lisääntynyt nopeasti ja tämä voi merkitä sitä, että opiskelukäyttö on vähentynyt. Toisaalta tietokoneiden ääressä vietetty aika on kokonaisuudessaan lisääntynyt ja vastaavasti TV:n ääressä vietetty aika on vähentynyt. Usein opiskelijat seuraavat TV:stä jotakin ja samaan aikaan pelaavat verkkopeliä tai chattailevat tietokoneella. Internetiin ilmestyy jatkuvasti uusia, houkuttelevia viihdesovelluksia, joita koululaisten

on vaikea vastustaa. Nettipokeri on valtaamassa alaa maailmalla, eikä ole mitenkään odotettavissa, että koululaiset jättäisivät tämän houkutusväliin, kun aikuisetkin pelaavat sitä kovin innokkaasti kaikkialla.

Fuchs ja Woessmann ovat tutkimuksissaan päätyneet siihen, että tietotekniikan käyttömahdollisuudet koulussa ja kotona näyttävät kytkeytyvän monimutkaisella tavalla toisiinsa. Joillekin koneiden käytöstä on hyötyä ja joillekin haittaa. Saattaa olla myös niin, että hyvät mahdollisuudet käyttää tietokoneita kotona saattavat heikentää oppimistuloksia. Tämä on todennäköisesti selitettävissä tavalla tietokoneiden viihdekäytöllä [1]. Myös sekä PISA-tutkimus [2] että em. pohjoismaisena yhteistyönä toteutettu eLearning Nordig 2006 –tutkimus [3] osoittavat, että tietotekniikan käyttö ja saavutetut oppimistulokset eivät ole lineaarisessa riippuvuussuhteessa toisiinsa.

Selvältä näyttää kuitenkin se, että koulujen on siis selkeästi suunniteltava, mitä opiskelijat koulussa tietokoneilla tekevät ja päättäväisesti pidettävä kiinni näistä suunnitelmista. Muuten ne suuret investoinnit, joita koulujen tietotekniikkaan on tehty, menevät hukkaan.

Tätä ei tule ymmärtää siten, että tietokoneella pelaaminen olisi aina tietokoneen ja tietoverkkojen hukkakäyttöä, koska hyvään vauhtiin päässeessä pelitutkimuksessa on osoitettu, että pelaamalla voi oppia, mutta opitut taidot voivat olla varsin yllättävillä alueilla. Todennäköisesti peleissä opitaan ennen kaikkea pelaamaan, mutta samalla tekemään päätöksiä, keskittymään, jaksamaan ja toimimaan rationaalisesti yllättävissä ja stressaavissa tilanteissa. Hyvien

opetuspelien tekeminen toisaalta on vaikeaa, koska tyypillisesti varsinaiset opetuspelit eivät kiinnosta opiskelijoita ja vähäisestä kiinnostuksesta seuraa vähäinen oppiminen.

Yhteenvetona voi todeta, että TVT edistää koulun tavoitteiden suuntaista oppimista silloin, kun tietotekniikan käyttö kouluissa on ohjattua ja suunnitelmallista. Keskeistä on se, että opettaja ymmärtää tietotekniikan arvon opetusvälineenä ja voi tämän ymmärryksen myös käytännössä soveltaa työssään. Opettaja tarvitsee työssään laajaa tukea. Lähitukea antavat oma koulu ja oma kunta, mutta tukea tarvitaan myös kansallisella tasolla. Tätä tukea antavat mm. hallituksen politiikkaohjelmat, Opetushallituksen toteuttama koulujen tietoyhteiskuntaohjelma sekä EU:n ohjelmat. Painopistealueina ovat olleet tietotekniikan opetus- ja käytön menetelmät, opettajakoulutus ja tietoteknisten hankintojen tukeminen.

Ilman tällaista kansallisen tason tukea koulujen mahdollisuudet antaa oppilaille ja opiskelijoille riittäviä valmiuksia TVT:n oppimisen välineenä eriytyvät huomattavasti. Kansainvälisiä esimerkkejä on runsaasti maista, joissa eriarvoisuus on aivan huimaava. Tällaista emme toki Suomeen toivo, vaan lähtökohtana tulee olla antaa kaikille oppilaille ja opiskelijoille samat mahdollisuudet oppimiseen ja uralla etenemiseen.

## Tulevaisuus

Tietotekniikka on maailmassa ala, johon asetetaan suuria odotuksia ja samalla panostukset tutkimukseen ja tuotekehitykseen ovat suuria. Paljon tutkimusta tehdään tietotekniikan merkityksestä opetuksessa. Tämä johtaa siihen, että innovaatiot alalla seuraavat toinen

toistaan. Näin tapahtuu myös kouluopetuksen alueella. Jotkut näistä innovaatioista ovat mullistavia ja aivan odottamattomia. Näin ollen tietotekniikan merkityksestä tulevaisuuden koulussa on mahdotonta esittää mitään tarkkaa ennustetta. Varmaa on kuitenkin se, että tietotekniikkaa lisääntyy ja muuttuu kaikkialla läsnäolevaksi.

Tällä hetkellä on jo nähtävissä koulujen voimakas verkottuminen. On jo olemassa lukuisia tehokkaasti toimivia kouluverkkoja, jotka jakavat osaamistaan ja tuottavat kurseja ja opintokokonaisuuksia opiskelijoiden käyttöön. Nämä verkot ylittävät sekä kouluaste- että koulumuotorajat. Yhtenäinen perusopetus on selkeästi hyötyjien listalla, koska opetuksen järjestäminen harvaanasutussa maassa vaatii uusien menetelmien ennakkoluulotonta käyttöönottoa. Samoin elinikäinen oppiminen on jo ottanut tekniikan käyttöönsä. Tästä on esimerkkinä etälukiotoiminta, jossa opiskelumenetelmien kehittäminen jatkuu. Elinikäisen opiskelun puitteissa tapahtuva kehittämistoiminta on sikäli kiinnostavaa, että se on voimakkaasti opiskelijälähtöistä. Oppilaitoksen perinteet eivät voi tällöin muodostaa painolastia ja estettä uusien menetelmien tuottamiselle ja käyttöönotolle. Tärkeintä on se, että opiskelija saa parhaan hyödyn.

Perinteisesti oppiminen on mielletty yksilön omaksi prosessiksi, jonka tulokset mitataan yksilöarvioinnilla. TVT:n mukanaan tuomat opiskelumenetelmät ovat usein osoittautuneet sellaisiksi, että opiskelijaryhmän toiminta yhdessä yhteiseen päämäärään pääsemiseksi tuottaa parempia oppimistuloksia. Oppiminen on myös avoimempaa ja tuottaa usein taitoja erityisesti ns. metataitoja, joita opintojaksoja suunniteltaessa ei

ole voitu arvata. Toisaalta tutkimus ei ole vielä tuottanut mitään selvää näkemystä siitä, missä määrin opiskelijalla tulisi olla eri oppiaineissa ja opiskelutilanteissa puhdasta yksilöopiskelua ja missä määrin yhteisöllistä opiskelua.

Tietotekniikan opiskelukäytön laajentumisen esteenä on järjestelmien monimutkaistuminen, laitteistojen ja palveluiden hankinta, asennus ja ylläpitokustannukset, teknologian käyttöönoton kynnys ja ihmisen halu tehdä asioita siten, kun ne on aina tehty. Innovaatiopaineet ja kitkatekijät yhdistäen voisi ennustaa, että tietotekniikan määrä ja merkitys kouluopetuksessa hiljalleen kasvaa, mutta mitään suurta hyppäystä ei todennäköisesti ole odotettavissa. Tekniikka sulautuu osaksi koulutyötä ja ajan mittaan häviää näkyvistä. Siinä tilanteessa tietoyhteiskuntaohjelmat ovat toteuttaneet tehtävänsä.

[1] Fuchs, Thomas, Ludger Woessmann (Munich, Germany) CESifo Working Paper No. 1321 www.CESifo.de, November 2004.

[2] [http://www.jyu.fi/ktl/pisa/PISA\\_2003\\_KIRJA\\_press.pdf](http://www.jyu.fi/ktl/pisa/PISA_2003_KIRJA_press.pdf), Jyväskylä 2004

[3] [http://www.edu.fi/julkaisut/eLearning\\_Nordic.pdf](http://www.edu.fi/julkaisut/eLearning_Nordic.pdf), Helsinki 2006



Jari Koivisto

Helsingin Sanomat siteerasi 19.10.2006 ilmestyneessä jutussa Financial Times – lehden artikkelia, jossa puitiin suomalaisen koulujärjestelmän tilaa. Jutun mukaan Suomen koulujärjestelmä on rapautumassa taitoaineiden ja lehden mukaan luovien oppiaineiden, kuten kuvataiteiden ja musiikin, vähenemisen myötä. Yleisessä keskustelussa luonnontieteitä ja matematiikkaa ei mielletä luoviksi, vaikka mm. Einsteinin ansiot aikansa tieteen ja ajattelun rajoja rikkoneena uuden osaamisen luojauna tunnustetaan.

Luovuus voidaan määritellä esimerkiksi kyvyksi luoda uusia ajattelun tuotteita yhdistelemällä tietoja, taitoja ja merkityksiä. Se on intuitiivista, mutta tavoitteellista toimintaa, ja edellyttää kriittistä ajattelua tuotosten merkityksen ja laadun arvioimiseksi.

Luovuus voidaan määritellä lukuisilla eri tavoilla, kuten luovan itsensä toteuttamisen, lopputuloksen tai ongelmanratkaisua korostavan luovan ajatteluprosessin mukaan. Kun luonnontieteellisen ajattelun tavoitteena on ongelmanratkaisu eli tiedon lisääntyminen ja ajattelun prosessien jatkuva kehittäminen, ei luovuus sulje luonnontieteitä tai matematiikkaa ulkopuolelle.

Luovuus edellyttää erityisiä sisältö- ja luovuustaitoja sekä sisäistä motivaatiota. Sisältötietoihin kuuluvat tiedolliset ja taidolliset valmiudet sekä tarkasteltavan kokonaisuuden hallinta. Ennakkotiedoilla ja -taidoilla on merkittävä rooli luovassa työskentelyssä, mutta ilman luovuuden taitoja luovaa suoritusta ei synny. Hyvän sisältötaidon omaava henkilö voi löytää uusia hyödynnettäviä ratkaisumalleja ja – reittejä. Luovuus on divergen-

tin ajattelun, rutiiniajattelusta ja -havainnoinnista irtautumisen, ja konvergentin ajattelun, monimutkaisten kokonaisuuksien jäsentämisen ja kehittyneiden luokittelun taitojen vuoropuhelua.

Toimintaympäristöllä ja vuorovaikutusprosesseilla on myös tärkeä merkitys luovuuden toteutumisessa. Luova ympäristö on avoin ja positiivinen. Ongelmat nähdään yhteisesti ratkaistavina haasteina, ja prosessiin liittyvät myönteiset tunteet auttavat jaksamaan eteen tulevien vastoinkäymisten yli. Omaksutut arvot, itsetunto, muisti ja käytäytyminen heijastuvat luovaan toimintaan. Motivoituminen ja pitkäjäksoinen asiaan paneutuminen edistää ajattelun prosessien kehittymistä ja asian tiedollisen osaamisen lisääntymistä. Kun kaikki nämä luovan suorituksen osavaateet täyttyvät, syntyy uutta osaamista, tietoa ja taitoja.

Opetusministeriön Luovuusstrategian loppuraportin mukaan luovuus ja innovatiivisuus ovat yhteiskunnan kehittämisen keskeisiä voimavaroja ja avaimia Suomen tulevaan menestymiseen. Elinkeinoelämän keskusliiton Tulevaisuusluotaimen mukaan tulevaisuuden osaamishaasteita ovat mm. matemaattis-luonnontieteellinen perus- ja sovellusosaaminen sekä luovuus ja innovatiivisuus. Miten näihin haasteisiin vastataan?

Opetussuunnitelmien perusteiden mukaan luonnontieteen opetuksen on kehitettävä luonnontieteellistä ajattelua, joten opetuksen on vastattava lähestymiseltään ja menetelmiltään tieteessä vallitsevaa tapaa ajatella ja toimia. Luonnontieteelliseltä opetukselta siis edellytetään luovaa ajattelua tukevaa opetusta.

Opettajien korkea koulutustaso ja täydennyskoulutuksen riittävyys tukevat oppimisen kehittämistä ja hyvien oppimistulosten saavuttamista. Tarvitaan vahvaa substanssiosaamista, luovuustaitoja sekä sisäinen motivaatio, joka ajaa eteenpäin. Tarvitaan luovaa toimintaa tukevia oppimisympäristöjä. Oppiminen ei voi olla rajoitettu vain tiettyyn tilaan tai tapahtumaan, vaan ympäristön resursseja ja virikkeitä on voitava hyödyntää joustavasti ja monipuolisesti.

Matematiikan ja luonnontieteiden opetuksessa on luovuudella pitkät perinteet. Tutkiva oppiminen, avoin tehtävänasettelu ja laajeneva oppimisympäristö tarjoavat käytännön mahdollisuuksia myös tähän päivään. Tekniikan museon pilottivaiheessa oleva oppimisympäristö InnoApaja pyrkii osaltaan vastamaan luovuuden haasteeseen.

InnoApajassa tarjotaan oppilaan omalle luovuudelle tilaa opetussuunnitelmien perusteiden pohjalta elämyksellisen oppimisen kautta. Tieteen, teknologian ja teollisuuden kehitys sekä yksilön ja yhteisöjen merkitys konkretisoituu. Esimerkkinä mainittakoon historialliset kehityskaaret, kuten nykyisen suomalaisen kemianteollisuuden kehittyminen 1600-luvun tervanpoltosta, alvejuuresta alkanut lääketieteellisuuden kehitys tai teurasjätteen kaari pesuaineisiin ja nanoteknologian osaamiseen.

Luonnontieteellisen luovuuden luonnetta ja mahdollisuuksia kuvaa vuoden 1915 Nobel-fysiikko **William Bragg** vapaasti käännettynä:

*”Luonnontieteiden tarkoitus ei ole vain tuottaa uutta tietoa, vaan hyödyntää osaamista uudella tavalla. Se on myös kasvatopsykologi Jean Piagetin mukaan oppimisen tavoite”. ■*

## Pulmallistako? –näyttely Tekniikan museossa

Tekniikan museossa avataan tammikuun 19. päivänä erikoisnäyttely Pulmallistako?, joka tarjoaa päänvaivaa kävijöille vauvasta vaariin. Pulmallistako? –näyttelyn pääosassa ovat erilaiset mekaaniset pulmat, pulmalelut (engl. mechanical puzzle).

Pulmalelut ovat pulmallisia – tarkoituksella. Ne kehittävät ja joskus kottelevatkin ratkaisijan oivalluskykyä ja kärsivällisyyttä. Mekaaniset pulmat ovat itse kokeiltavia, niitä käännellään, pyöritetään, puretaan, kootaan, selvitetään, liu'utetaan käsissä pitäen. Osa pulmista on yksinkertaisia ja takuvarmoja onnistumisen elämyksiä tarjoavia, mutta vaikeimpien pulmien ratkominen voi viedä viikkoja fiksultakin.

Pulmalelut ovat viihdyttäneet ihmisiä Suomesta Japaniin. Erityisesti aikana ennen televisiota erilaiset pulmat arvoituksista mekaanisiin leluihin olivat tavanomaista viihdettä. Tavallisimpia suomalaisia pulmaleluja ovat olleet puiset pirunnyrkit ja metalliset vanginlukot. Varsinkin pirunnyrkejä lienee vuoltu suomalaisissa eräkämpissä, sillä niin materiaali kuin tekniikkakin (puu ja hirsisalvos) ovat olleet arkipäivää.

Pulmat ovat mainio lisä esimerkiksi matematiikan opetukseen, sillä pulmien ratkominen kehittää monia matemaattiseen ajatteluun kuuluvia ominaisuuksia. Ja silti niiden ratkominen on leikkiä, konkreettista käsillä tekemistä, joka voi antaa onnistumisen iloa kutosenkin oppilaille. Turhautumista saattaa esiintyä, jos pulmien ratkomisen aloittaa vaikeimmasta päästä, kuten esimerkiksi vanginlukkojen parissa. Opettajan onkin tärkeää osata valita oikeantasoisia pulmia oppilailleen.

**Pulmallistako? –näyttely on avoinna Tekniikan museossa vuoden loppuun.**

**Tekniikan museo**



## ”Catch a Star 2007” - tähtikilpailu nuorille

**K**ansainvälinen tähtitieteen kilpailu koululaisille ja opiskelijoille ”Catch a Star” on avattu nyt jo viidennen kerran. Kilpailuun osallistutaan oppilasryhmittäin opettajan johdolla. Eri ikäryhmille on omat luokat, joiden sisällä arviointi tapahtuu. Myös palkinnot jakautuvat hieman ikäryhmien mukaan. Kilpailutyöt tulee lähettää maaliskuun 2. päivään 2007 mennessä joko word- tai pdf- tiedostona. Ennakoilmoittautumista ei vaadita.

Kaikki tiedustelut ja tiedotukset lähetetään sähköisesti. Suomessa tiedusteluihin vastaa Irma Hannula ([etunimi.sukunimi@helsinki.fi](mailto:etunimi.sukunimi@helsinki.fi)). Catch a Star-projektilla on omat nettisivut osoitteessa <http://www.eso.org/catchastar/>.

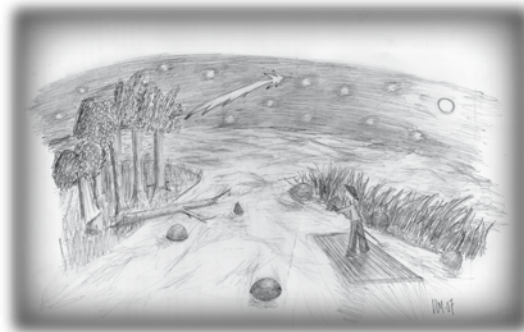
Lisätietoa:

ESO (European Southern Observatory)

<http://www.eso.org/> ja <http://www.eso.org/outreach/press-rel/pr-2006/pr-42-06.html> tai

EAAE (European Association for Astronomy Education)

<http://www.eaae-astro.org/>



KUVAN ON PIIRTÄNYT HENNA MANNILA