

Kids' Clubin uusia versoja: musiikki tietokoneavusteisen erityisopetuksen motivoijana

Lauri Lahti

*Tietotekniikan osasto
Teknillinen korkeakoulu*

Lauri Lahti at oi fi

Tiivistelmä

Erityisopetuksen teknologiat -projektin osahankkeessa tutkittiin musiikin hyödyntämistä tietokoneavusteisen erityisopetuksen motivoijana. Uusi hanke laajentaa projektin tavoitteita ja siinä hyödynnettyä Kids' Club -konseptia uusiin yhteistyöverkostoihin sekä jatkotutkimuksiin. Musiikin rakenteita ja ilmaisuvoimaa voitaisiin nykyistä enemmän hyödyntää vuorovaikutteisesti eri aiheiden opiskelussa luomaan tavoitteita ja odotuksia. Hankkeessa kehitetyllä ImageOrder-ohjelmalla kartoitettiin erityisoppilaiden suhtautumisesta matemaattisten tehtävien suoritusta jaksottavaan musiikkiin. Tavoitteena oli kytkeä oppilaan oikeisiin valintoihin onnistumisen elämyksiä, joita saavutettaisiin samanaikaisesti soivan musiikin kehittymistä koskevien odotusten täytyessä. Erityisoppilailla tehtyjen käyttökokeiden perusteella yksinkertaistenkin sävelkulkujen johdonmukainen tunnistaminen osoitautui kuitenkin epävarmaksi ja niiden avulla on haasteellista yrittää luoda oppilaalle selkeitä tavoitteita ja odotuksia. Tulokset osoittavat aihepiirissä olevan kaikesta huolimatta piileviä voimavaroja ja tarvetta jatkotutkimukselle.

1 Johdanto

Joensuun yliopistossa toteutetussa Erityisopetuksen teknologiat -projektissa Kids' Club -konseptin (Eronen *et al.* 2005) avulla on luotu tietotekninen toimintaympäristö, jolla voidaan tutkia ja kehittää uudenlaisia opetusmenetelmiä erityisoppilaiden, opettajien ja tutkijoiden ryhmätapaamisissa. Arkiset opetustapahtumat ja tutkimus opetusteknologian kehittämiseksi ovat hedelmällisessä vuorovaikutuksessa Kids' Clubin toiminnassa, niin erityisoppilaiden kuin muidenkin oppilaiden hyväksi. Eräänä esimerkkinä tällaisessa toimintaympäristössä käynnistettävästä uudesta tutkimuksesta tässä artikkelissa esitellään projektin osahanketta, jossa pyritään löytämään uusia keinoja motivoida oppimistapahtumaa vuorovaikutteisella musiikilla. Tämä *Musiikki tietokoneavusteisen erityisopetuksen motivoijana* -osahanke pyrkii osaltaan laajentamaan Kids' Clubin vaikuttavuutta yli oppilaitos- ja ainekohtaisten rajojen ja luo uusia yhteyksiä Joensuun yliopistossa ja Teknillisessä korkeakoulussa tehtävään tietotekniikan tutkimukseen.

Tämä uusi tutkimushanke alkoi tammikuussa 2007 liittyen samalla osaksi Erityisopetuksen teknologiat -projektia. Uusi tutkimushanke pyrkii osoittamaan merkitystä myös projektin jälkeiselle jatkotutkimukselle ja viitoittamaan tietä uusille hankkeille. Kids' Club -konseptin erityisenä ansiona voidaan nähdä täten paitsi paikallinen opetusteknologian tutkimuksen edistäminen myös valmius luoda uusia korkeakoulujen välisiä poikkitieteellisiä verkostoja. Valitettavan usein tutkimusprojektien tulokset unohtuvat projektien päätyttyä ja niin ikään samanaikaiset tai peräkkäisetkin tutkimushankkeet jäävät irrallisiksi vaille todellista vuorovaikutusta (Armitage *et al.* 2004). Tässä suhteessa Kids' Club -konsepti osahankkeineen tarjoaa opetusteknologian saralla tervetulleen esimerkin korostuneen joustavasta ja luontevasti verkostoituvasta tutkimustavasta.

Lahti, L. (2007). Kids' Clubin uusia versoja: musiikki tietokoneavusteisen erityisopetuksen motivoijana (Kids' Club's new sprouts: music as a motivator for computer-assisted special education). In "Kukaan ei oo keksinyt tällaista" – Erityisoppilaat opetusteknologian kehittäjinä ("No one has invented such as this" – Students with special needs as developers of educational technology) (eds. Jormanainen, I., & Lahti, L.). University of Joensuu, Department of Computer Science and Statistics, Technical Report, Series A, A-2007-3, Joensuu University Press, 69–78. ISBN 978-952-458-998-7, ISSN 1796-7317.

2 Kids' Club -konsepti innovaation tukena

Kids' Club -konseptille olennainen piirre on lähestyminen erityisoppilaita heidän omilla ehdoillaan ja heille luonnollisessa ympäristössä. Tutkimus pyritään tuomaan konkreettiselle arjen tasolle ja tuottamaan todelliseen käytännön elämään sopivia sovelluksia. Mikä on kuitenkin erityistä, tämä käytännönläheinen tutkimus voidaan Kids' Club -konseptin puitteissa laajentaa merkittävydeltään paljon yksittäistä oppilasta tai koululuokkaa laajemmalle, kun samaa toimintamallia tuetaan samanaikaisesti eri kouluissa, eri puolilla maata tai peräti eri kulttuurien piirissä. Musiikki tietokoneavusteisen erityisopetuksen motivoijana -osahankkeen vaivaton toteutuminen on osoituksena Kids' Club -konseptin elinvoimasta ja joustavuudesta verkostoituvan tutkimuksen monipuolisille painotuksille.

Projektin toteutuksessa hyödynnetty Kids' Club -konsepti on mahdollistanut tehokkaasti ja innovatiivisesti toimivan tutkimusyhteisön, jonka hioutuneilla rutiineilla ja resursseilla voidaan luontevasti koordinoida tarpeen mukaan eri-ikäisiä ja -mittaisia osahankkeita. Suomen pienen kielialueen ja rajalliset opetusteknologian markkinat huomioiden voidaan tätä tutkimuskonseptia pitää merkittävänä laajuudeltaan ja vaikuttavuudeltaan. Osahankkeen toteuttamisen aikana oli selvästi havaittavissa, että Kids' Club -konseptin ja sen kehittäneen taustayhteisön antama tuki merkittävästi helpotti uuden tutkimuslinjan käynnistämistä erityisopetuksen teknologioiden aihepiirissä.

Kids' Club -konseptin yhteyteen kertynyt tietopääoma ja sen luonut tutkimusyhteisö osoittautuivat arvokkaaksi voimavaraksi, johon oli helppoa kytkeä varsin ennakkoluulottomiakin uusia tutkimusaiheita. Etenkin erityisopetuksen teknologiatutkimuksen sektorilla merkittävät innovaatiot saattavat edellyttää tutkimusperinteen hyvin kriittistäkin tarkastelua ja riskinottoa, jolloin asemansa vakiinnuttaneen tutkimusyhteisön antama tuki voi olla ratkaisevan tärkeää uusien hankkeiden käynnistämisessä. Niin ikään on huomattava, että tietotekniikan kehitystyössä erityisryhmät ovat usein vaarassa tulla unohdetuiksi kaupallisten toimijoiden taholta, joten on ensiarvoisen tärkeää luoda ja ylläpitää akateemisten yhteisöjen kautta erityisryhmiä palvelevaa tutkimusta. Juuri tällaista näkökulmaa edustaa myös Erytisopetuksen teknologiat -projekti edistämiseen osahankkeineen.

Kansainvälisesti tarkastellen mukautuvan teknologian käyttöä on tutkittu jonkin verran opetuskäytössä (Davis *et al.* 2006). Näissä tutkimuksissa saadut tulokset ovat olleet rohkaisevia, mutta tästä huolimatta mukautuvan teknologian hyödyntäminen on ollut vähäistä sekä erityisopetuksessa että sitä käsittelevässä tutkimuksessa. Etenkin oppilaan aktiivista ja luovaa roolia teknologian hyödyntäjänä on kartoitettu varsin rajallisesti.

3 Erytisopetuksen teknologiat -projektin osahanke

Erytisopetuksen teknologiat -projektin kuluessa on ollut luonnollista suunnata tutkimusta lupaavilta vaikuttaviin suuntiin. Erääksi kiinnostavaksi ja suhteellisen rajallisesti tiedemaailmassa kartoitetuksi alueeksi osoittautui musiikin merkitys oppiaineiston havainnollistajana ja samalla oppimismotivaation luojana. Tutkimustietoa musiikin monimutkaisten rakenteiden ja tunteisiin vetoavan ilmaisuvoiman valjastamisesta muiden aihepiirien opiskelun motivointiin on ollut toistaiseksi varsin rajallisesti tarjolla (Kallinen 2003). Esimerkiksi ohjelmistosuunnittelua koskevia lainalaisuuksia on kokeellisesti opetettu käyttäen niihin rinnastuvia musiikkirakenteita (Hamer 2004). Lukuisissa tutkimuksissa on havaittu, että lapsilla on huomattavia luontaisia valmiuksia ja tarvetta harjoittaa omaa musikaalisuuttaan (Tuovila 2003). Samaten on viitteitä siitä, että musiikin opiskelu tukee lapsen älyllistä kehitystä (Schellenberg 2004). Erytisopetuksen teknologiat -projektin yhteyteen käynnistetty Musiikki tietokoneavusteisen erityisopetuksen motivoijana -osahanke pyrkii vastaamaan tähän haasteeseen. Tavoitteena on kehittää erityisesti musiikkiin tukeutuvia oppimisympä-

ristöjä, joilla voidaan havainnollistaa opittavaa asiaa erityisoppilaiden tarpeet huomioiden. Tämä tutkimuslinja pyrkii osaltaan täydentämään projektin muita musiikkia sivuavia tutkimuslinjoja, joita esitellään tämän julkaisun artikkelissa ”*Erityisoppilaiden oppimisprosessin tukeminen ja monipuolistaminen Kids’ Collection -konseptin avulla*”.

3.1 Tutkimuksen tavoitteet

Ensi vaiheessa on tarkoitus kartoittaa yleisellä tasolla erityisoppilaiden suhdetta musiikin käyttöön opetustilanteessa. Tämä sisältää musiikin erilaisten ominaispiirteiden soveltuvuuden kokeilua erilaisiin oppimistilanteisiin ja näiden piirteiden miellyttävyyden ja tunnistettavuuden arviointia. Tutkimuksen yleisenä tavoitteena on kehittää teknologiapainotteiseen ympäristöön perustuvia menetelmiä ja periaatteita erityisopetuksen tueksi. Tarkoituksena on osoittaa, että teknologia voi auttaa oppimisprosessin kaikissa vaiheissa huomion kiinnittämisessä ja ylläpitämisessä opiskeltavassa asiassa. Pyrkimyksenä on myös perusteellisesti yhdistää poikkitieteellistä tietämystä erityisopetuksesta, opetusteknologiasta ja tietojenkäsittelytieteestä, jolloin voidaan saavuttaa uusia tuloksia mahdollisimman aidoista ja luonnollisista tutkimusasetelmista.

Aiempi tutkimus (mm. Waldrip *et al.* 2006) osoittaa vahvasti, että lapset hyötyvät usean aistin käyttöön perustuvista oppimistehtävistä. Uudessa tutkimuksessa on tarkoitus selvittää entistä tarkemmin, miten voidaan edistää lapsen kykyä ilmaista itseään ja osallistua oppimistapahtumaan. Erityistä huomiota tutkimuksessa tullaan kiinnittämään näkö- ja kuulohavaintojen yhteisvaikutuksen kehittämiseen oppimisprosessin tukemiseksi. Näkö- ja kuuloaistimusten vaikutusten luotettavia arviointimenetelmiä pyritään kehittämään osana tutkimushanketta. Oppilaalle tarjottava opetusaineisto ja sen esitystapa luonnollisesti ohjaa oppilaan reaktioita ja omatoimisia aloitteita. Oppilaan vaikutusmahdollisuuksia ja valintoja oppimistilanteessa tullaan tarkastelemaan monipuolisissa koeasetelmissa. Niin ikään aktiivisen havainnoinnin ja toiminnallisen vaikuttamisen suhdetta pyritään kartoittamaan tutkimuksen kuluessa.

Tutkimushankkeen tavoitteena on kehittää ohjelmistoja, jolla oppiaineen rakenteita, järjestystä ja riippuvuussuhteita voitaisiin luontevasti ja innostavasti havainnollistaa. Aluksi tavoitteena on tutkia yksinkertaisten tietorakenteiden omaksumisen lainalaisuuksia ja niiden pohjalta edetä yhä haastavampiin asiakokonaisuuksiin. Pitkällä aikajänteellä tutkimus tähtää kehittämään esimerkiksi käsittekarttojen vuorovaikutteista tarkastelua ja muokkausta musiikin tukemana tietokoneen välityksellä. Pyrkimyksenä voisi olla tällöin kehittää oppiaineistoa musiikilla jäsentävä käyttöliittymä erityisopetuksen tietämyksen valossa mahdollisimman selkeäksi ja intuitiiviseksi, mutta myös kiehtovaksi. Täten päämääränä olisi, että ohjelmisto tukisi hyvin monenlaisten opetusaineistojen tarkastelua erilaisissa erityisopetuksen tilanteissa. Tämä asettaa haasteita tutkimushankkeen ohjelmistokehitystä koskevalle osuudelle, mikä on kuitenkin samalla eräs tutkimuksen keskeisistä tavoitteista. Tarkoituksena on huolellisesti dokumentoida ohjelmistokehityksen prosessi, jolla erityisopetukseen soveltuvia uusia ohjelmistoja on mahdollista tuottaa Kids’ Clubin toimintafilosofian mukaan. Merkittävä osa tutkimusta on täten kehittää tietojenkäsittelyn tietämykseen perustuvia ohjelmistoteknisiä ratkaisuja, joilla käytännön oppimistilanteessa voidaan huomioida oppilaan kehitystavoitteita.

3.2 Tutkimusmenetelmät

Tutkimus noudattaa soveltavalla tavalla toimintatutkimuksen menetelmiä. Tutkimus koostuu Kids’ Clubin periaatteiden mukaisesti toisteisesta havaintojen, pohdinnan ja johtopäätösten prosessista. Kirjallisuustutkimus, aineiston keruu, ohjelmistokehitys, kenttätyö, haastattelut ja analysointi toistuvat prosessin silmukoissa. Saatavien tulosten perusteella tutki-

mus pyritään kohdentamaan lupaavimmilta vaikuttaviin aiheisiin. Tärkeänä osana tutkimusta ja ohjelmistokehitystä ovat erityisoppilaiden tarpeiden ennakkokartoitus sekä käyttökoheet. Myös ohjelmiston automaattisesti tallentamia käyttötilanteita tullaan hyödyntämään analyysissa. Tutkimuksen tulosten merkittävyys ja yleistettävyyys voidaan varmistaa nimenomaan aitoihin arkisiin käyttötilanteisiin perehtymällä.

Tavoitteena olisi toteuttaa ohjelmiston käyttökokeita useilla oppilasryhmillä erilaisia opetusaineistoja hyödyntäen. Kenttäkokeita varten pyritään löytämään tilastollisesti edustavia käyttäjäryhmiä erityisopetuksen piiriin kuuluvista eri oppilaitoksista. Kids' Club -konseptin entistä laajemman verkostoitumisen hyväksi tutkimuksen käyttökokeita tullaan toteuttamaan keskeisesti pääkaupunkiseudun erityisopetusta antavissa kouluissa, mutta vertailuaineistoa kerätään myös Kids' Clubin vakiintuneilta yhteistyökouluilta.

4 Prototyypin toteuttaminen

Aiemman tutkimuksen perusteella vaikutti mielekkäältä aloittaa Musiikki tietokoneavusteisen erityisopetuksen motivoijana -osahanke varsin pelkistetyillä tutkimuskysymyksillä ja koeasetelmilla. Ensimmäiseksi päätettiin tehdä yksinkertaista kartoitusta erityisoppilaiden suhtautumisesta oppimistehtävän suoritusta jaksottavaan musiikkiin. Koska perinteisesti koulutyössä eräänä haasteellisena aiheena on pidetty matematiikan havainnollistamista ja oppilaiden motivoimista sen opiskeluun, valittiin ensimmäisten kokeilujen aiheeksi yksinkertaisten matematiikan tehtävien ratkaisemisen edistymisen tukeminen sävelkuluilla. Käyttökokeiluja varten artikkelin kirjoittaja suunnitteli ja ohjelmoi Java-kielellä audiovisuaalisen interaktiivisen tietokoneohjelman prototyypin, joka sai nimen ImageOrder.

4.1 Tavoitteet

Uudella ohjelmalla haluttiin selvittää mahdollisuuksia havainnollistaa ja kannustaa matemaattisten tehtävien ratkaisemista pelkistetyillä sävelkuluilla. Erityisoppilaiden keskuudessa vallitsevien laajojen yksilöllisten erojen johdosta päätettiin lähteä liikkeelle mahdollisimman helpoilla tehtävillä. Tällä haluttiin varmistaa, että uutta tutkimusaihetta kartoitettaessa siihen vaikuttavien ja tarkkailtavien muuttujien määrä pysyisi hallittavissa. Tarvittaessa tehtävistä olisi luotavissa erilaisia muunnelmia ja monimutkaisempia kokonaisuuksia. Tutkimuksen aluksi tarjottiin yksinkertaisia valintaan ja järjestämiseen perustuvia ongelmanratkaisutehtäviä, joissa käyttäjän tuli muodostaa tehtävän ratkaisu esillä olevista vaihtoehtoisista merkinnöistä. Käytännössä oppilaalle esitettiin sarja järjestämistehtäviä, joista kuhunkin oli vain yksi oikea ratkaisu. Käyttöliittymässä oli kunkin tehtävän osalta näkyvissä sanallinen tehtävänanto sekä satunnaisessa järjestyksessä kaikki ratkaisuun kuuluvat osat, jotka oppilaan tuli sitten osata valita oikeassa järjestyksessä kootakseen hyväksyttävän ratkaisun. Tarjoamalla ratkaisun vaihtoehdot näkyville haluttiin madaltaa tehtävän aloittamisen kynnystä ja samalla voitiin helpottaa ohjelman teknistä toteuttamista.

Tutkimuksen tavoitteena oli erityisesti kartoittaa keinoja, joilla tehtävän ratkaisemisen etenemistä voitaisiin tukea sävelkuluilla. Tutkimuksella haluttiin etsiä uusia keinoja kannustaa oppilasta ratkaisun kehittämisessä vaihe vaiheelta esimerkiksi sen sijaan, että ilmoitettaisiin vasta lopuksi, onko oppilaan ratkaisu oikea vai väärä. Taustalla oli ajatus siitä, että tehtävän ratkaisemisen onnistunut motivointi edellyttää riittävän pienistä askelista koostuvien välitavoitteiden luomista. Tämän lisäksi oppilaalle olisi tärkeää kyetä vaihe vaiheelta hahmottamaan jo pientenkin omien valintojensa vaikutus ja oikeellisuus ratkaisun kokoamisessa. Luonnollisesti tällainen tutkimusasetelma on vahvasti poikkitieteellinen ja tarkoitukseksi onkin kytkeä tutkimukseen opetusteknologian ja erityiskasvatuksen lisäksi muun mu-

assa musiikkikasvatuksen ja musiikkitieteen tietämystä. Monipuolisten oppiaineistojen laadintaan on olemassa hyviä suosituksia (mm. Fadjukoff 2007).

4.2 Toimintaperiaate

Tutkimusaiheen ollessa uusi päätettiin ohjelmaan ottaa tehtävän ratkaisemista tukevaksi sävelkuluksi mahdollisimman yksinkertainen sarja säveliä. Tarvittaessa jatkotutkimuksissa voidaan kokeilla monimutkaisempiakin sävelmiä, kun alustavia lainalaisuuksia on ensin kartoitettu. Lisäksi pyrittiin löytämään riittävän pelkistetty ja neutraali sävelkulku, jotta musiikki ei herättäisi oppilaassa vaikeasti ennustettavia mielle yhtymiä yleisesti tunnettuihin ja monilla merkityksillä ladattuihin sävellyksiin tai laulun sanoihin. Täten vaikutti siltä, että eräs yksinkertaisimmista mahdollisista sävelkuluista, joka jaksottaisi ratkaisemisen jokaista erillistä vaihetta ja samalla jokaisessa vaiheessa sisältäisi pienen johdonmukaisen muutoksen, olisi jonkin tavallisen sävelasteikon läpikäyminen. Tämän johdosta ensimmäisissä kokeiluissa tehtävän ratkaisemisen etenemistä tukevaksi sävelkuluksi valittiin C-duuriasteikon sävelet alhaalta ylöspäin (sävelet c^1 , d^1 , e^1 , f^1 , g^1 , a^1 , h^1 ja c^2). Tähän valintaan vaikuttavat länsimaisen tonaalisen musiikin lainalaisuudet, joiden hallitsevuuden on todettu pohjautuvan luontaisesti ihmisaivojen toimintaperiaatteisiin riippumatta musiikin harrastamisesta (Janata *et al.* 2002). Tuttuuden vuoksi sävelet tuotettiin ohjelmassa pianon äänellä.

Kun tehtävän ratkaisemisen etenemisen tukemisessa päätettiin käyttää johdonmukaisesti vaiheittain muuttuvia säveliä, oli oletuksena, että tällä voitaisiin synnyttää oppilaalle suhteellisen helposti ennakoitavia odotuksia sävelkulun kehittymisestä. Ajatuksena oli, että oppilas voisi kokea palkitsevana sen, että hän huomaisi seuraavan sävelen luonnetta koskevien odotustensa täyttyvän. Nämä musiikin kuuntelussa vaiheittain saavutettavat tavoitteet ja sen myötä saatava tyydytys saattaisivat olla laajennettavissa koskemaan myös muita samanaikaisesti suoritettavia tavoitteellisia tehtäviä. Täten oppilaan valitessa ratkaisun osia oikeassa järjestyksessä voitaisiin näihin valintoihin onnistua kytkemään tunnetasolla myönteisiä onnistumisen elämyksiä, joita saavutettaisiin samanaikaisesti musiikkia koskevien odotusten täytyessä. Toisin sanoen oppilas saisi mielihyvää siitä, että hän osaisi arvata seuraavaksi kuultavan sävelen olevan aina edellistä hivenen korkeampi (vaikka hän ei välttämättä osaisikaan selittää, miten kykenee seuraavaa säveltä ennakoimaan). Seuraavan sävelen arvaamiskyky puolestaan voisi valaa uskoa omiin kykyihin yleisemminkin ja halua suunnata huomiota nykytilanteesta eteenpäin. Uteliaisuuden herätessä sävelkulun jatkumista kohtaan oppilas tiedostamattaankin voi luoda tavoitteen päästä kuulemaan aina vielä seuraavan sävelen ja samalla muutenkin etenemään tehtävän ratkaisemisessa. Ohjelman toiminta perustuu erillisiin kuva- ja tekstitiedostoihin, joiden avulla määritellään kukin järjestämistehtävä, joka halutaan esittää ohjelman käyttäjälle. Uusien tehtävien laadinta on helppoa ja noudattaa aina samaa perusrakennetta.

4.3 Tehtävien suorittaminen

Ohjelman alkuperäisversioon kuului yhteensä viisi erilaista järjestämistehtävää ja ne esitetään seuraavassa järjestyksessä, jonka arvioitiin etenevän helpoimmasta vaikeimpaan:

- Numeroiden 1–8 valitseminen suuruusjärjestyksessä
- Sanallisesti esitetyn luvun (5372) kokoaminen yksittäisistä numeroista
- Sanallisesti esitetyn laskutehtävän kokoaminen numeroista sekä plus-, miinus- ja yhtäsuuruus-merkeistä (laskujen ratkaisut olivat $t\ 9+4 = 13$, $15-7=8$ ja $12-6+3=9$)

Järjestämistehtävien käyttöliittymä on tehtävästä riippumatta samanlainen ja se on nähtävissä kuvissa 1a ja 1b. Aluksi ikkunan ylälaidassa on tehtävänanto ja alalaidassa satunnaisessa järjestyksessä olevat ratkaisun osat (kuva 1a). Kun käyttäjä valitsee hiirellä tai kosketusnäytöllä ratkaisun osat oikeassa järjestyksessä, nämä osat ilmestyvät sitä mukaa

yksi kerrallaan myös tehtävänannon perään (kuva 1b). Jokaisen valinnan kohdalla saadaan palaute myös musiikkina. Mikäli käyttäjä valitsee ratkaisun osat oikeassa järjestyksessä, kuullaan jokaisen valinnan kohdalla seuraava sävel sävelkulusta. Jos käyttäjä valitsee väärin, hän kuulee riitasoinnun ja tehtävän ratkaiseminen on aloitettava alusta (kuva 2a). Ohjelma ilmoittaa vastaavaan tapaan myös, kun ratkaisun kaikki osat on saatu oikeassa järjestyksessä valituiksi. Ikkunan ylä- ja alalaidassa olevat ratkaisun osat esitetään eri väreillä havainnollisuuden vuoksi.



Kuva 1a. Käyttöliittymän alkutilanne tehtävässä, jossa numerot on järjestettävä suuruusjärjestykseen.

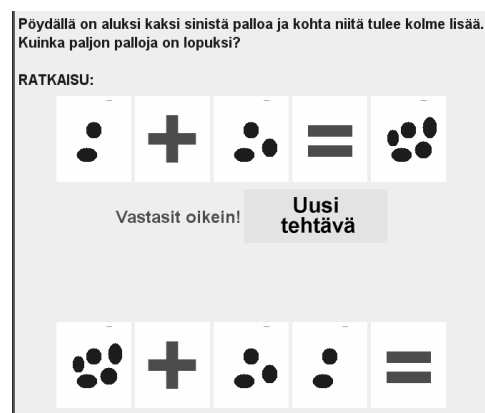


Kuva 1b. Kun käyttäjä on valinnut ratkaisun kolme ensimmäistä osaa oikeassa järjestyksessä, ne ovat ilmestyneet yksi kerrallaan tehtävänannon perään ja samalla on kuultu sävelasteikon kolme ensimmäistä säveltä.

Alkuperäiseen versioon tehtiin ensimmäisten käyttökokeiden jälkeen kaksi keskeistä muutosta: Jokaisen uuden valinnan kohdalla kuultavaa musiikkia muutettiin siten, että sävelasteikosta ei kuulla pelkästään seuraavaa säveltä, vaan sitä ennen myös nopeana juoksuksena kaikki siihen asti kuullut sävelet sävelasteikon alusta lukien. Näin ollen ratkaisun ensimmäisen osan oikeasta valinnasta kuullaan ”c”, toisesta ”c d”, kolmannesta ”c d e” jne. Tämän muutoksen taustalla oli havainto, että mikäli ratkaisun kokoaminen oli hidasta, sävelasteikon peräkkäiset sävelet kuultiin pitkien taukojen erottamina. Tällöin peräkkäisten sävelten suhde toisiinsa ei enää kunnolla hahmottunut sävelasteikon läpikäymisenä. Lisäksi ensimmäiseksi koottavaksi laskutehtäväksi lisättiin tehtävä, jossa numeroiden tilalla nähtiin kuvia palloryhmistä (ratkaisu oli $2+3=5$, kuva 2b). Tällä haluttiin madaltaa kynnystä laskutehtävän ratkaisuun, vaikka numeroiden tunnistamisessa olisi puutteita.



Kuva 2a. Käyttäjä on valinnut ratkaisuun oikeita osia, kunnes yhtäsuuruusmerkin jälkeen hän on virheellisesti valinnut muun osan kuin numeron 1.



Kuva 2b. Loppuun ratkaistu tehtävä, jossa numeroiden sijasta määrät on ilmaistu kuvin.

Kaikissa käyttökokeissa sävelkulkuna hyödynnettiin pääasiallisesti C-duuriasteikkoa alhaalta ylöspäin kulkien, mutta ensimmäisten käyttökokeiden jälkeen kokeiluihin otettiin myös yksi tehtävä, jossa tämä asteikko käytiin ylhäältä alaspäin. Kyseisessä tehtävässä tuli valita numerot 1–8 suuruusjärjestyksessä samaan tapaan kuin nousevan sävelasteikon tapauksessa, ja näin saatiin luontevasti vertailluksi erisuuntaisia sävelkulkuja toisiinsa.

5 Havainvoja käyttökokeista

Seuraavassa kuvataan havainvoja käyttökokeista, joihin osallistui 41 erityisoppilasta neljässä koulussa, kymmenisen oppilasta kussakin. Oppilaat olivat 7–16-vuotiaita edustaen varsin tasaisesti eri vuosiluokkia ja sukupuolia. Oppilaiden erityispiirteet vaihtelivat suuresti ja tämän johdosta käyttökokeiden suoritus ei tapahtunut täysin yhtenäisesti. Oppilailta esiintyi eriasteisia oppimisvaikeuksia, mutta he keskittyivät ohjelman käyttöön merkittävällä ahkeruudella. Oppilaat tarvitsivat vaihtelevan määrän opastusta ohjelman käyttöön. Huolellisesta havainnoinnista ja haastattelusta huolimatta osa oppilailta saaduista tuloksista ja mielipiteistä jäi tulkinnanvaraisiksi. Tämän johdosta käyttökokeiden antia on mielekkäintä tarkastella yleisellä tasolla keskittyen ilmiöiden luokitteluun. Ensimmäiset käyttökokeet suoritettiin ohjelman alkuperäisversiolla Kids' Club -toimintaan jo aiemmin osallistuneen koulun oppilaiden kanssa. Kolme myöhempää kokeilukertaa tapahtui uusien yhteistyökoulujen kanssa pääkaupunkiseudulla ja tällöin ohjelman toiminnallisuuteen oli tehty kohdassa 4.3 esitellyt muutokset. Jokainen käyttökoe suoritettiin rauhallisessa koululuokassa ilman muiden oppilaiden läsnäoloa ja ennakotietoja ohjelman toiminnasta. Pääsääntöisesti jokaisen oppilaan kanssa pyrittiin käymään läpi kaikki kohdassa 4.3 esiteltävät ohjelmaan kuuluvat tehtävät vaikeusjärjestyksessä. Vain joissakin harvoissa tapauksissa oppilaan heikko onnistuminen tai koulun aikataulut rajoittivat merkittävästi käyttökokeen tehtävävalikoimaa.

Käyttökokeiden aikana ilmeni suurta hajontaa oppilaiden tavassa hahmottaa ohjelman tuottamia ääniä. Käyttökokeen alussa oppilaiden annettiin tehdä numeroiden suuruusjärjestykseen laittamista edellyttävä tehtävä ilman ääniä ja tämän jälkeen äänten kanssa. Kun oppilailta tämän jälkeen tiedusteltiin, huomasivatko he jotain eroa tehtävien välillä, oli yllättävää havaita, että läheskään kaikki oppilaat eivät spontaanisti osanneet mainita sitä, että äänet tulivat mukaan jälkimmäiseen suorituskertaan. Heistäkin, jotka musiikin käyttöönoton huomasivat, useat eivät kyenneet tarkasti kuvailemaan sävelkulun luonnetta.

Oppilailta tiedusteltiin, oliko heidän mielestään tehtävän aikana kuultavissa äänissä jonkinlainen tarina tai juoni. Joissakin tapauksissa tarvittaessa vielä selvennettiin, että havaitsivatko he äänissä jonkinlaista (johdonmukaista) etenemistä tai muutosta vai pysyivätkö äänet samoina. Näillä pelkistetyillä ja erityistä musiikkikäsitteistöä välttelevillä kysymyksillä yritettiin kartoittaa, kuinka hyvin oppilaat tunnistivat sävelkulun muodostuvan nousevan sävelasteikon peräkkäisistä sävelistä. Ennakko-oletuksena oli, että sävelasteikon tunnistaminen olisi helppoa ja sävelasteikon läpikäynti toisi monelle vahvan miellelyhtymän määrätietoista etenemisestä. Tämän puolestaan toivottiin rinnastuvan suotuisasti tehtävän ratkaisemisen etenemiseen ja motivoivan sitä. Saatujen vastausten perusteella kuitenkin vaikutti siltä, että sävelkulun hahmottaminen sävelasteikoksi – ja erityisesti nousevaksi sellaiseksi – oli monelle vaikeaa, tai ainakin peräkkäisten sävelten välisen eron kuvailu oli hankalaa. Vastaajista noin 40 prosentin mielestä kuultavassa musiikissa tuntui hahmottuvan jonkinlainen juoni, noin 40 prosenttia ei mielestään hahmottanut musiikissa juonta, reilut 10 prosenttia vastauksista sijoittui välimaastoon ja loput vastaukset jäivät epäselviksi.

Oppilaan katsottiin tunnistaneen sävelkulun nousevaksi sävelasteikoksi, jos hän kuvaili esim. seuraavien äänien olevan edellisiä korkeampia tai äänten nousevan tai etenevän ylöspäin. Ylipäänsä sävelasteikko katsottiin riittävästi tunnistetuksi jo silloinkin, jos oppilas kuvaili sävelkorkeuden muutoksen olevan johdonmukaista tai etenevän määrätietoisesti

johonkin suuntaan. Tarkentavista kysymyksistä huolimatta saatiin vaikutelma, että suurelle osalle oppilaista sävelkulku ei hahmottunut järjestelmällisesti kehittyvänä sarjana tai hahmottamisen laatu vaihteli tilannekohtaisesti. Vain noin 20 prosenttia vastaajista pystyi kuvailemaan kiinnittäneensä huomionsa nousevaan sävelkulkuun, noin 75 prosenttia ei tähän kyennyt ja loput vastaukset jäivät epäselviksi. Kuitenkin ensimmäisten käyttökokeiden jälkeen tehty muutos, jonka johdosta jokainen onnistunut valinta tuotti sävelsarjan, joka alkoi aina sävelasteikon alusta, tuntui vähän parantavan tunnistettavuutta. Erityisesti numeroiden 1–8 suuruusjärjestykseen laittaminen kytkeytyy tällöin suoraan sävelsarjoihin, joissa soivien sävelten määrä on aina sama kuin valitun numeron suuruus. Useampikin henkilö tunnisti musiikin soivan pianon äänellä ja oma-aloitteisesti kuvaili musiikkia soittimen nimellä.

Merkille pantavaa on, että niistä vastaajista, jotka eivät kertomansa perusteella tunnista- neet nousevaa sävelkulkua, noin 55 prosenttia kertoi tunnistavansa äänessä kuitenkin jonkinlaista muutosta. Näistä vain muutosta tunnistaneista vastaajista puolestaan noin 30 prosenttia kuvaili kokeneensa äänten voimistuvan tehtävän edetessä. Tämän tuloksen ei sinänsä pitäisi olla yllättävä, sillä länsimaisessa musiikin esityksperinteessä nousevia sävelkulkuja esitetään usein voimistuvasti ja laskevia hiljenevästi (Verdin 2000). Ohjelman käyttökokeessa äänten voimakkuus pidettiin kuitenkin vakiona. Yleensä oppilas sai ensin itse kuvaila sävelkulkua. Etenkin jos kuvailu osoittautui vaikeaksi, hänelle hyräiltiin vaihtoehtoina ainakin nouseva ja laskeva sävelkulku (mahdollisesti myös paikallaan pysyvä sävelkulku) ja pyydettiin kertomaan, minkä näistä hän kuuli tehtävän aikana. Tällöin havaittiin, että hyräillen annetuista vaihtoehdoista noin 60 prosenttia tunnistettiin oikein siinäkin tapauksessa, että vastaaja ei ollut aiemmin osannut selvästi kuvailla vastaavaa sävelkulun suuntaa. Tunnistaminen sujui varsin samankaltaisesti niin nousevan kuin laskevan sävelkulun sisältäneissä tehtävissä. On huomattava, että osa saaduista vastauksista on saattanut olla enemmän arvauksia kuin varsinaisia mielipiteitä.

Tiedusteltaessa liittyivätkö vastaajien mielestä kuultavat äänet jotenkin luontevasti samanaikaiseen tehtävän ratkaisemiseen tai siinä esiintyviin numeroihin saatiin myöntäviä vastauksia noin 60 prosentilta vastaajista, kieltäviä noin 30 prosentilta ja loput vastaukset jäivät epäselviksi. Kuitenkin noin 80 prosenttia vastaajista ilmoitti kokevansa, että ohjelman äänten kuulemisesta tehtävän aikana oli hyötyä. Näin oli siitäkin huolimatta, että noin 30 prosenttia vastaajista kertoi haluavansa tehdä tehtäviä mieluummin hiljaisuudessa kuin äänten kanssa, ja vielä heidän lisäksi selvän varauksellisesti äänien kuunteluun suhtautui noin 20 prosenttia vastaajista. Keskeisenä perusteluna tälle esitettiin, että ilman ääniä tehtävään on helpompaa keskittyä. Muun muassa tarkkaavaisuushäiriöistä kärsivillä henkilöillä onkin havaittu erityistä herkkyyttä taustäänille (Grossberg & Seidman 2006). Saatujen kommenttien perusteella numeroiden suuruusjärjestykseen laittamista edellyttävä tehtävä vaikutti assosioituvan sävelkulkuihin hieman helpommin kuin koottavat yhteen- ja vähennyslaskutehtävät, mutta eri tehtävätyyppien suhde musiikkiin ansaitsisi vielä tarkempaa kartoitusta. Myös laskutehtävien hahmottamisessa esim. plus- ja miinusmerkkien käyttö luo havainnollistamiselle haasteita, joihin tarvittaisiin uusia ratkaisuja.

Oppilailta kysyttiin taustatietoina, harrastavatko he soittamista tai laulamista, ja noin 55 prosenttia vastaajista kertoi harrastavansa ainakin toista niistä. Lisäksi oppilailta kysyttiin, pitävätkö he matematiikasta. Vastaajista noin 65 prosenttia vastasi selkeän myöntävästi, noin 25 prosenttia vastasi ”vähän”, noin 10 prosenttia kieltävästi ja loput vastauksista jäivät epäselviksi. Niin ikään oppilailta kysyttiin oppivatko/osaavatko he matematiikkaa mielestään hyvin. Vastaajista noin 65 prosenttia vastasi myöntävästi ja 35 prosenttia kieltävästi. Näillä oppilaiden taustoja koskevilla vastauksilla ei havaittu selkeää yhteyttä heidän kykyynsä hahmottaa sävelkulun luonnetta ohjelman käyttökokeissa, mutta on otettava huomioon, että nämä vastaukset kuvailevat oppilaiden taustoja vain suurpiirteisesti. Yleisesti

ottaen tehtäviin suhtauduttiin kiinnostuneesti ja pääosin niiden ratkaiseminen tuntui varsin helpolta, kun toimintatapa oli ensin tullut selväksi ja oltiin huolellisia. Kun oppilailta tiedusteltiin, tekisivätkö he juuri esiteltyjä tehtäviä mieluummin tietokoneella vai kynällä ja paperilla, vaikutti tietokoneen käyttö selvästi haluttavammalta, joskin käyttökokeen tarjoama vaihtelu koulupäivään ja uutuudenviehätys saattoivat edistää ohjelman saamaa suosiota.

6 Yhteenveto

Erityisopetuksen teknologiat -projektissa toteutettu osahanke tarkasteli musiikin hyödyntämistä tietokoneavusteisen erityisopetuksen motivoijana. Uudessa hankkeessa voitiin hyödyntää projektin käyttämää Kids' Club -konseptia sekä tehdä avauksia uusiin yhteistyötahoihin ja projektin jälkeiseen jatkotutkimukseen. Uuden hankkeen keskeisimpiä tehtäviä oli kartoittaa erityisoppilaiden suhtautumista vuorovaikutteiseen musiikkiin, jolla pyritään tukemaan oppimistehtävän ratkaisemisen etenemistä. Hankkeen puitteissa kehitettiin prototyyppi tietokoneohjelmasta, joka perustui ajatukseen, että luomalla musiikin kuuntelussa tavoitteita ja odotuksia niitä voitaisiin valjastaa myös muiden samanaikaisten tehtävien motivointiin.

Kehitetyn ohjelman tehtävissä ja musiikissa pyrittiin käyttämään yksinkertaisia rakenteita, jotta oppimistilanteen motivointiin liittyviä lainalaisuuksia voitaisiin tarkastella pelkistetysti. Ohjelmaikkunassa näytetään käyttäjälle yksinkertaisia matemaattisia tehtäviä, jotka tulee ratkaista valitsemalla esillä olevat ratkaisun osat oikeassa järjestyksessä. Ratkaisemisen edetessä oikeiden valintojen myötä käyttäjä kuulee nousevan sävelasteikon säveliä. Ohjelman käyttökokeisiin osallistui 41 erityisoppilasta, jotka olivat 7–16-vuotiaita. Kokeilujen aikana ilmeni, että tehtävän oikein etenevää ratkaisemista säästävien sävelkulkujen hahmottaminen on haasteellista useille erityisoppilaille. Näin ollen yksinkertaisillakin sävelkuluilla voi olla vaikeaa luoda selkeitä tavoitteita ja odotuksia musiikin kuuntelulle. Tämän johdosta sävelkulkujen kytkeminen myös muiden samanaikaisten tehtävien motivointiin on todennäköisesti hankalaa toteuttaa varmatoimisesti. Lisäksi joillakin erityisoppilalla esiintyvä taipumus häiriintyä helposti taustäänistä tulee ottaa vakavasti huomioon, jotta musiikki voi todella olla motivoivaa eikä häiritsevää.

Tutkimuksen aihe vaikuttaa haasteista huolimatta lupaavalta. Jatkotutkimuksessa tulisi selvittää tarkemmin esim. sitä, miten oppilaan yksilöllistä musiikkimakua voitaisiin huomioida oppimistehtävän äänimaisemassa ja miten musiikin eri rakenteet ja sävyt voivat opastaa tehtävän etenemisessä. Niin ikään tulisi tutkia, mitkä ovat keskeisimpiä huomioitava seikkoja sovitettaessa motivoivaa musiikkia käyttöliittymän näköpohjaisiin toimintoihin. Käyttökokeissa oli ilahduttavaa havaita, kuinka suurta innostusta pienimuotoisetkin opetus-teknologian kokeilut herättivät erityisoppilaisissa. Vapaaehtoisten oppilaiden sekä heidän opettajiensa ja vanhempiensa kiinnostus ja tuki tutkimusta kohtaan on ollut äärimmäisen arvokasta, mistä heille kuuluvat lämpimät kiitokset.

Viitteet

- Armitage, S., Bryson, B., Creanor, L., Higgison, C., Jenkins, M., Ringan, N., Newland, B., Prescott, D., ja Yip, H. (2004). Supporting Learning Technology: Relationships with Research and Theory. *Proceedings of Networked Learning Conference*, Lancaster. University of Lancaster and University of Sheffield.
- Davis, M., Dautenhahn, K., Nehaniv, C., ja Powell, S. (2006). Towards an interactive system eliciting narrative comprehension in children with autism: A longitudinal study. Teoksessa Clarkson, P., Langdon, P., Robinson, P., toimittajat, *Designing Accessible Technology*, sivut 101-114 (Proc. 3rd Cambridge Workshop on Universal Access and

Lahti, L. (2007)

- Assistive Technology (CWUAAT), incorporating the 6th Cambridge Workshop on Rehabilitation Robotics, Fitzwilliam College, University of Cambridge, 10 - 12 April 2006), Springer Verlag.
- Eronen, P. J., Jormanainen, I., Sutinen, E., ja Virnes, M. (2005). Kids' Club Reborn: Evolution of Activities. Teoksessa Goodyear, P., Sampson, D. G., Yang, D. J.-T., Kinshuk, Okamoto, T., Hartley, R., ja Chen, N.-S., toimittajat, *The 5th IEEE International Conference on Advanced Learning Technology (ICALT 2005)*, sivut 545-547, Los Alamitos, CA. IEEE Computer Society.
- Fadjukoff, P. (2007). Oppimateriaali yksilöllistämisen tukena. Teoksessa Ikonen, P., ja Virtanen, P., toimittajat, *Erilainen oppija – yhteiseen kouluun*, sivut 257-274, Jyväskylä. PS-kustannus.
- Grossberg, S., ja Seidman, D. (2006). Neural dynamics of autistic behaviors: Cognitive, emotional, and timing substrates. *Psychological Review*, 113:483-525.
- Hamer, J. (2004). An approach to teaching design patterns using musical composition. *Proceedings of the 9th annual SIGCSE conference on Innovation and technology in computer science education*, sivut 156-160, New York. ACM Press.
- Janata, P., Birk, J., Van Horn, J., Leman, M., Tillmann, B., ja Bharucha, J. (2002). The cortical topography of tonal structures underlying western music. *Science*, 298:2167-2170.
- Kallinen, K. (2003). Using sounds to present and manage information in computers. *Proceedings of the Informing Science and Information Technology Education Joint Conference (InSITE 2003)*, sivut 1031-1043, California, USA. Informing Science Institute.
- Schellenberg, E. G. (2004). Music Lessons Enhance IQ. *Psychological Science*, 15(8):511-514.
- Tuovila, A. (2003). "Mä soitan ihan omasta ilosta": Pitkittäinen tutkimus 7-13-vuotiaiden lasten musiikin harjoittamisesta ja musiikkiopisto-opiskelusta, sivut 40-48, Helsinki. Väitöskirja. Sibelius-Akatemia.
- Verdin, J. (2000). The Aesthetic Principles of the Harmonium: The Essence of Expression. Teoksessa Jullander, S., toimittaja, *GOArt Research Reports, Volume 2*. GOArt Publications No. 3, 2000, sivut 141-158. University of Göteborg.
- Waldrip, B.G., Prain, V., ja Carolan, J. (2006). Learning junior secondary science through multi-modal representations. *Electronic Journal of Science Education*, 11(1).